HUGO STRUNZ

MINERALOGISCHE TABELLEN

3. AUFLAGE

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
Gordon Bell

http://archive.org/details/mineralogicaltab09stru

MINERALOGISCHE TABELLEN

Eine Klassifizierung der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage

Mit einer Einführung in die Kristallchemie

von

HUGO STRUNZ

o. Professor für Kristall-, Mineral- und Gesteinskunde
Technische Universität Berlin-Charlottenburg

Mit 70 Figuren im Text
und 2 Übersichtstafeln

3., völlig neu bearbeitete Auflage

LEIPZIG 1957
AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT
GEEST & PORTIG K.-G.

MINERALOGISCHE TABELLEN:

1. Auflage, Leipzig 1941
2. Auflage, Leipzig 1949
3. Auflage, Leipzig 1957

Printed in Germany

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1957 by Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig

Lizenz-Nr. 276. 105/72/57
Satz und Druck: C. G. Röder, Leipzig III/18/2-40887

Vorwort

In den Mineralogischen Tabellen wird der Versuch gemacht, eine Systematik aller Mineralien auf moderner kristallchemischer Grundlage auszuarbeiten, unter Berücksichtigung sowohl der rein chemisch-klassifikatorischen Vorarbeiten durch Berzelius, Dana, Groth und Hintze seit ca. 150 Jahren als auch unter Berücksichtigung der ca. 2000 Strukturarbeiten, die seit 1912 – als Max von Laue erstmalig die Kristalle mit Röntgenstrahlen untersuchte – bis heute über die Mineralien erschienen sind. Soweit bekannt, werden für jede Mineralart Formel, Symmetrie und Gitterdaten angegeben sowie die Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen Mineralien aufzuzeigen versucht. In einer Einführung bringt ein allgemeiner Teil Definitionen, Grundgesetze und Klassifikationsprinzipien, in einem speziellen Teil werden die zum Verständnis der Systematik erforderlichen Kristallstrukturen kurz beschrieben.

Abgesehen von Umstellungen bei den Phosphaten und Silikaten ist die Systematik gegenüber der zweiten Auflage in ihren großen Zügen unverändert geblieben; hingegen wurden im „Kleingefüge" zahlreiche Überarbeitungen vorgenommen, insbesondere im Hinblick auf eine strengere Fassung der Begriffe Art und Varietät, isotype und isomorphe Reihe, homöotype und heterotype Gruppe. — Neue Struktur- und Gitterdaten sind seit der Auflage von 1949 für ca. 400 Mineralien bekannt geworden; 230 neue Mineralnamen wurden eingefügt. Von den in der Systematik aufgeführten 2400 Mineralien bzw. Mineralnamen, die zugleich im Register in Fettdruck erscheinen, sind ca. 1520 als Arten, ca. 400 als Varietäten und 280 als Synonyma aufzufassen; etwas mehr als 200 müssen als ungenau definiert gelten. Das Register enthält zudem 3806 Namen nicht in Fettdruck, die als Synonyma usw. wohl bis auf wenige Ausnahmen für immer überflüssig sein werden. Insgesamt gibt es 6200 (6220) Mineralnamen.

Bezüglich der Gitterkonstanten hat sich im Schrifttum während der letzten 10 Jahre eine Umstellung von kX-Einheiten (bis 1946 irrtümlich als „Å" bezeichnet) auf metrische Å vollzogen. Da man derzeit noch einigermaßen übersehen kann, ab wann in den einzelnen Instituten nicht mehr kX, sondern tatsächlich (metr.) Å Verwendung fanden, erschien es dem Verfasser dringend notwendig, für die vorliegende Auflage alle Gitterkonstanten in (metr.) Å umzurechnen; damit wurde zugleich eine Nachrechnung der darauf basierenden Achsenverhältnisse erforderlich. – Als Raumgruppensymbole werden in der vorliegenden Auflage neben den Schönfliesschen Symbolen diejenigen nach Maugin angewandt, und zwar in der Fassung der „International Tables for X-ray Crystallography" (1952); auch

hier waren gegenüber der bisherigen Symbolik, welche derjenigen der „Internationalen Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen“ (1935) entsprach, zahlreiche Änderungen bzw. Ergänzungen durchzuführen.

Für polymorphe Verbindungen wird die α-β-Terminologie von Tammann und Mügge (Rosenbusch-Wülfing, Mikroskopische Physiographie **I. 2.** 1927. 174, Tiefquarz = α-Quarz, Hochquarz = β-Quarz) möglichst einheitlich angewandt; Strukturvarianten mit unterschiedlicher Schichtenfolge werden nach L. S. Ramsdell (Am. Min. **32**. 1947. 64) mit -2H, -3R usw. bezeichnet.

Gleichfalls als Erweiterung der Auflage von 1949 werden für alle Struktur- und Gitterdaten die Originalarbeiten voll zitiert. Sollte hierbei die eine oder andere Unterlassung vorgekommen sein, so wird Verfasser jeden Hinweis gern entgegennehmen. — Zum Abschluß sei erwähnt, daß die 9 Mineralklassen je eine Übersicht vorangestellt und das Namenregister ein Formelverzeichnis angefügt erhielten.

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Kollegen Clifford Frondel, mit dem ich während eines längeren Aufenthaltes an der Harvard-University in Cambridge/Mass. 1954 zahlreiche Fragen zur Klassifikation, vornehmlich der Silikate, besprechen konnte. Ferner danke ich allen Kollegen, mit denen ich allgemeine und detaillierte Probleme zur Systematik diskutieren durfte, insbesondere den Herren Tom. F. W. Barth in Oslo, Nikolas W. Below in Moskau, Guido Carobbi in Florenz, Gordon F. Claringbull und Max H. Hey in London, Michael Fleischer und Waldemar T. Schaller in Washington, Cornelius S. Hurlbut in Cambridge/Mass., Teichi Ito in Tokio, Felix Machatschki in Wien, Jean Orcel und Jean Wyart in Paris, insbesondere auch Penti Eskola in Helsinki und Percy Quensel in Stockholm. Frl. Dr. Tennyson hat in Regensburg bei der Bearbeitung der 3. Auflage wertvolle Hilfe geleistet, wofür ich gleichfalls meinen Dank zum Ausdruck bringen möchte; Frl. U. Forkert hat bei der Erstellung des Formelregisters geholfen. Gern und dankbar gedenke ich zum Abschluß des fruchtbaren Gedankenaustausches, den ich mit Prof. Ramdohr 1937 in Berlin beginnen und bis heute fortsetzen konnte.

Als Ausblick sei gesagt, daß sicherlich noch einige Jahrzehnte werden vergehen müssen, bis das Erbe der speziellen Mineralogie aus einer Zeit, da noch keine Strukturbestimmung und Röntgendiagnose möglich waren, unter möglichster Beachtung der Tradition klassifikatorisch befriedigend gestaltet ist; nur dann, wenn neben der allmählichen Ausmerzung veralteter und überflüssiger Bezeichnungen zugleich bei Neubeschreibungen und Prägung neuer Namen von jedem Autor größte Sorgfalt aufgewendet wird, kann einst ein Abschluß dieser Arbeit zu erreichen sein.

Berlin, 1. August 1957 **H. Strunz**

Abkürzungen und Zeichen

a_0, b_0, c_0	Gitterkonstanten in (metrischen) Ångström-Einheiten[1])
$a_0 : b_0 : c_0$	Achsenverhältnis, abgeleitet aus den Gitterkonstanten.
a : b : c	Achsenverhältnis, goniometrisch abgeleitet (in der mineralogischen Literatur seit über 100 Jahren üblich).
P	einfach primitives Gitter.
I	innenzentriertes Gitter.
A, B, C	einfach flächenzentriertes Gitter.
F	allseits flächenzentriertes Gitter.
R	Rhomboedergitter.
m	Spiegelebene (miroir).
a, b, c, n, d	Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente $^1/_2\,a_0$, $^1/_2\,b_0$ usw. (n = halbe Flächendiagonale, d = viertel Flächendiagonale).
2, 3, 4, 6	Drehungsachsen; Index p bedeutet Polarität der betreffenden Achse.
2_1, 3_1, 3_2 ..	Schraubenachsen.
1 o	Symmetriezentrum (inversion).
3	dreizählige Inversionsachse = dreizählige Drehungsachse + Inversionszentrum (früher morphologisch als „Drehspiegelachse“ ⏢ gekennzeichnet).
4 ◪	vierzählige Inversionsachse.
6	sechszählige Inversionsachse = dreizählige Drehungsachse mit dazu senkrechter Spiegelebene (bei neueren Autoren z. T. gleichfalls mit dem Symbol ⏢ belegt).
Z	Anzahl der chemischen Formeleinheiten pro Elementarzelle.
⊕, ⊖	optisch positiv, optisch negativ.
SB.	Strukturbericht.
SR.	Structure Reports.

[1]) Die „Å-Einheiten“ in den „Internationalen Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen“ (1935) sind in Wirklichkeit kX-Einheiten; die damit erhaltenen Gitterkonstanten sind mit 1,00202 ± 0,003 % (Bragg und Siegbahn 1946) zu multiplizieren, um auf metrische Ångström (1 Å = 10^{-8} cm) bezogene Werte zu erhalten.

Inhaltsübersicht

Seite

Vorwort III

Abkürzungen und Zeichen V

Erster Teil

Einführung in die Kristallchemie

A. Allgemeine Definitionen und Gesetze

1. Das Reich der Kristalle und Mineralien 3

2. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip 4

3. Die Grundgesetze der Kristallgeometrie:

a) Das Gesetz der Winkelkonstanz 5

b) Das Rationalitätsgesetz und der Flächenenergie-Minimumsatz 5

c) Das Symmetriegesetz 6

4. Grundlagen und Grundgesetze der Kristallchemie:

a) Die Bausteine der Kristalle und der Bindungscharakter (Ionengitter, Atomgitter, Molekülgitter) 7

b) Isotypie, Isomorphie, Diadochie 11

c) Die chemischen Formeln der anorganischen Kristallverbindungen 13

5. Die Klassifikationsprinzipien der Mineralien 14

6. Tabellen der 230 Raumgruppen, 32 Kristallklassen usw. 17

B. Spezielle Kristallstrukturen

I. Elemente 33

II. Sulfide 36

III. Halogenide 42

IV. Oxyde 44

V. Nitrate, Carbonate, Borate 51

VI. Sulfate, Chromate, Wolframate 53

VII. Phosphate, Arsenate, Vanadate 55

VIII. Silikate 57

Zweiter Teil

Systematik der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage

Seite

I. Klasse: Elemente (Legierungen, Carbide, Nitride, Phosphide) 77

II. Klasse: Sulfide (Selenide, Telluride, Arsenide, Antimonide, Bismutide) 85

III. Klasse: Halogenide 118

IV. Klasse: Oxyde, Hydroxyde 133

V. Klasse: Nitrate, Carbonate, Borate 169

VI. Klasse: Sulfate (Tellurate, Chromate, Molybdate, Wolframate) 191

VII. Klasse: Phosphate (Arsenate, Vanadate) 218

VIII. Klasse: Silikate 258

IX. Klasse: Organische Verbindungen 346

Dritter Teil

Ausgeschiedene Mineralnamen und Register 349

Vierter Teil

Formelregister der Mineralien 429

Erster Teil

Einführung in die Kristallchemie

A. Allgemeine Definitionen und Gesetze

1. Das Reich der Kristalle und Mineralien

Kristalle sind feste Körper mit dreidimensional periodischer Anordnung der chemischen Bausteine. Diese Art der Anordnung entspricht den Prinzipien eines räumlichen Gitters (Abb. 1), so daß man kurz von der Raumgitterstruktur der Kristalle als deren Kennzeichen sprechen kann. „Kristallin", d. h. aus zahlreichen Kriställchen bestehend, bedeutet sinngemäß zugleich den festen Aggregatzustand der Materie; kristallinen Bau besitzen alle Metalle und Legierungen, die Erze, Erden und gesteinsbildenden Mineralien, Zehntausende von festen Verbindungen der anorganischen Chemie in Labor und Technik, seien es Salze wie Alaune und Vitriole, keramische Massen wie Klinker und Zemente, Farbstoffe wie Mennige und Lithopone, Füllstoffe wie Zinkoxyd, Ruß und Tonerde, organische Verbindungen wie Zucker, Weinsäure, Tartrate usw., insgesamt eine schier endlose Zahl von Kunstprodukten und Naturobjekten. Die Grund- und Rahmengesetze des kristallinen Zustandes sind Teilgebiete der Kristallographie; der *krystallos* der alten Griechen oder Bergkristall gab diesem Wissenschaftsgebiet den Namen.

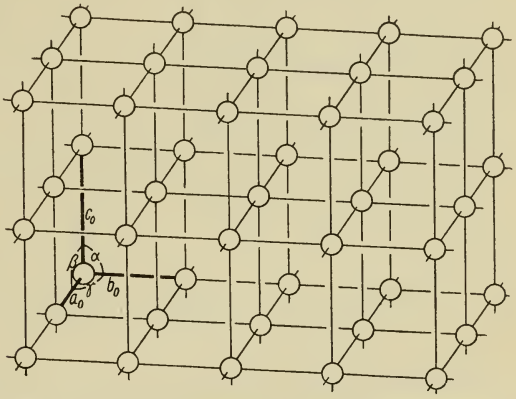


Fig. 1. Dreidimensionales Gitter (Raumgitter)

Mineralien sind Kristallarten, die in der Natur ohne Zutun der Organismen entstanden sind bzw. entstehen können. Zu diesen Naturobjekten gehören Feldspat, Quarz und Glimmer; Diamant, Graphit und Gold; die Erze, Stein- und Kalisalze, Edelsteine usw. — Die Natur, in der wir leben, gliedert sich in das Reich der Mineralien, das Reich der Pflanzen und das Reich der Tiere. Entsprechend der Definition der Scholastiker, *mineralia sunt, plantae sunt et crescunt, animalia sunt, crescunt et sentiunt,* umfassen die Mineralien die Welt der festen anorganischen Naturobjekte. So enthält der Ackerboden zahllose, für das bloße Auge wegen ihrer Kleinheit kaum erkennbare Mineralkörner, die Tone sind aus kleinsten Mineralflitterchen zusammengesetzt, die Sande und Sandsteine bestehen aus abgerollten Quarzkörnchen, Kalkstein und Marmor aus Calcit, Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Schön kristallisierte Mineralien finden wir auf Gesteins-

klüften im frischen Fels der Steinbrüche und Hochgebirge, auf Mineral- und Erzgängen, die der Bergmann unter Tage anbricht. Im Neulateinischen heißt *mina* Schacht, *minare* Bergbau treiben. — Blicken wir zurück, so ist „Kristall" ein Oberbegriff, „Mineralien" sind spezielle Kristallarten, entstanden als anorganische Naturobjekte. (Einige Ausnahmen von der Definition seien später genannt.)

2. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip

Die chemischen Bausteine der Kristalle — die Atome, Ionen und Moleküle, insbesondere die beiden ersteren — haben das Bestreben, sich möglichst hochsymmetrisch mit ihresgleichen zu umgeben und charakteristische Baugruppen zu bilden. Die Art der entstehenden Baukomplexe (Fig. 2,4) hängt von der relativen Zahl und Größe, von der Wertigkeit und Bindungsart der Atome und Ionen ab, während in Molekülgittern mehr die spezielle Form der Moleküle maßgebend ist.

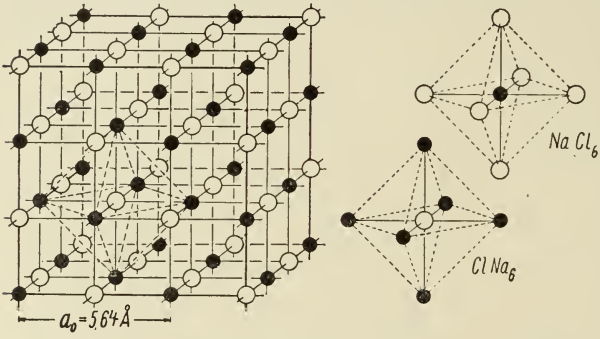


Fig. 2. Kristallgitter von Steinsalz. Oktaedrische Koordinationsgruppen „$NaCl_6$" und „$ClNa_6$"

Das Koordinations- und Symmetriebestreben der chemischen Bausteine wird unter gleichbleibenden Temperatur- und Druckverhältnissen konsequent beibehalten und führt beim Wachsen der Kristalle zu dreidimensional periodischen Strukturen, den Raumgitterstrukturen. Die Wahrscheinlichkeit dieser Anordnung wurde im Prinzip erstmalig von Johannes Kepler (1611) bei der Beobachtung der Gestalt der Schneeflocken in Erwägung gezogen, von L. A. Seeber in Freiburg 1822 in seinem „Versuch einer Erklärung des Baues der festen Körper" als Hypothese aufgestellt und schließlich durch das berühmte Experiment von Max von Laue 1912 bestätigt. So wie wir aus einem ebenen Gitter eine Masche als sich periodisch wiederholende elementare Einheit herausgreifen können, so können wir aus jedem Raumgitter eine sich periodisch wiederholende elementare Zelle — Elementarzelle — mit den „Gitterkonstanten a_0, b_0, c_0, α, β, γ" herausgreifen. Die Elementarzelle mit ihrer speziellen Größe, speziellen Symmetrie der Atomverteilung, ihren speziellen Baumotiven, ist für jede Kristallart die charakteristische Grundeinheit, aus der sich durch periodische Wiederholung der gesamte Kristall mit seinen äußeren Formgesetzen und physikalischen Eigenschaften Schritt für Schritt gesetzmäßig aufbaut.

Das Koordinations- und Symmetrieprinzip bringt ähnlich wie das Entropiegesetz eine fundamentale Neigung der Materie zum Ausdruck, nämlich das Streben nach Symmetrie im Raum bis zur Unendlichkeit. Es gibt uns die nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft mögliche Antwort auf die Frage nach der „Ursache der Kristallisation". Diese Frage hat sich – der Zeit weit vorauseilend – bereits 1723 M. A. Cappeller (in Luzern) gestellt und sinngemäß als Folge des Formwillens kleinster Partikelchen oder Moleküle erklärt. In den Kristallen mit ihrer regelmäßig ausgelasteten Wertigkeitsverteilung herrscht zwar eine geringere potentielle Energie als in den amorphen Medien (Gasen, Flüssigkeiten, unterkühlten Schmelzen), dennoch ist der Kristall Symbol lebendigster Dynamik.

3. Die Grundgesetze der Kristallgeometrie

a) Das Gesetz der Winkelkonstanz. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip macht uns verständlich, daß ein und dieselbe chemische Verbindung beim Kristallisieren die gleichen Koordinationspolyeder und damit die gleiche Gitterart aufbauen kann. Jede Gitterart besitzt charakteristische Gitterebenen, die – bei gleicher chemischer Zusammensetzung und unter gleichen Temperatur- und Druckbedingungen – in allen Kristallindividuen die gleichen Winkel miteinander einschließen. Da die äußeren Kristallflächen stets wichtigen Gitterebenen entsprechen, müssen diese äußeren Kristallflächen gleichfalls Winkelanalogien aufweisen. Damit erklärt sich das Gesetz der Winkelkonstanz, welches besagt: Alle zu ein und derselben Kristallart gehörenden Einzelkristalle schließen zwischen analogen Flächen – gleiche Temperatur, Druck und chemische Zusammensetzung vorausgesetzt – stets gleiche Winkel ein (im Prinzip entdeckt von dem Dänen Nicolaus Steno in seinem Dissertationis Prodromus 1669 zu Florenz). Aus den morphologischen Winkelmessungen läßt sich die „Metrik" einer Kristallart, d. h. das Achsenverhältnis $a : b : c$ mit α, β, γ ableiten. Damit ist aus dem Kristalläußeren ein charakteristisches Maßverhältnis gefunden, mit welchem im allgemeinen das Verhältnis der röntgenometrisch zu bestimmenden absoluten Abmessungen der Elementarzelle $a_0 : b_0 : c_0$ innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmt.

b) Das Rationalitätsgesetz und der Flächenenergie-Minimumsatz. Haben wir die Metrik einer Kristallart, d. h. deren Achsenverhältnis (aus mindestens zwei Hauptwinkelmessungen) abgeleitet, so kann jede weitere Fläche dieser Kristallart in einfacher – rationaler – Weise dem gefundenen Achsenverhältnis zugeordnet werden (von René Just Haüy, Paris 1784, als „Dekreszenzgesetz" formuliert).

An einem Topaskristall (Fig. 3) schneidet die Fläche M das Achsenkreuz im Verhältnis $1 \cdot a : 1 \cdot b : \infty \cdot c$, die Fläche l im Verhältnis $2 \cdot a : 1 \cdot b : \infty \cdot c$,

und jede weitere Fläche am Topas wird das Achsenkreuz gleichfalls in einem einfachen rationalen Koeffizientenverhältnis $m \cdot a : n \cdot b : p \cdot c$ schneiden (Koeffizientenbezeichnung nach Christian Samuel Weiß, Berlin 1816/17). Zu Berechnungen eignen sich besser die „Indizes" (hkl) von Miller (London 1839), die sich allgemein durchgesetzt haben und sich aus den Weißschen Koeffizienten dadurch ergeben, daß man erstens deren reziproke Werte setzt und zweitens den Generalnenner sucht, um die Brüche durch Multiplikation mit diesem zu ganzen Zahlen zu machen und zugleich a, b, c — es handelt sich ja stets um die gleiche Reihenfolge — ganz wegläßt.

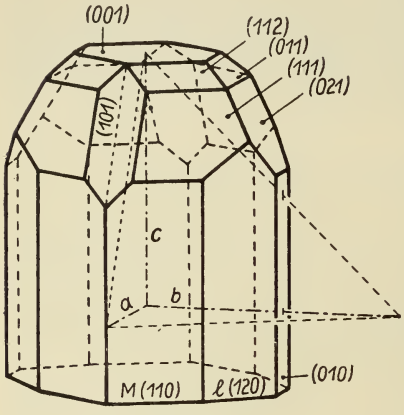


Fig. 3. Topas

Warum kommen keine Flächen mit irrationalen Achsenkoeffizienten vor? Sie treten zwar gelegentlich auf, wohl aber nur bei raschem Wachstum unter stark gerichteten Konvektionsströmungen und bei Teilauflösung fertiger Kristalle unter gleichfalls uneinheitlichen Bedingungen. Es dürfte den rationalen Flächen ein Minimum an freier Oberflächenenergie zukommen, was dadurch erreicht wird, daß vorzugsweise dicht besetzte Netzebenen des Raumgitters zu Begrenzungsflächen des fertigen Kristalles werden (Flächenenergie-Minimumsatz).

c) Das Symmetriegesetz. Das Koordinations- und Symmetrieprinzip macht verständlich, daß beim Aufbau der Kristallgitter die Tendenz besteht, die chemischen Bausteine in einem speziellen Rhythmus gegenseitig anzuordnen, was zur Folge hat, daß jede Elementarzelle eine für die betreffende Kristallart charakteristische Summe von Symmetrieeigenschaften aufweist. Die äußere Kristallsymmetrie — Phänosymmetrie — mit ihrem Rhythmus der Kristallflächen und Kanten, der physikalischen und physikochemischen Eigenschaften ist ein Abbild der Struktursymmetrie, jedoch mit der Einschränkung, daß sich ganz bestimmte Feinheiten der Struktursymmetrie phänomenologisch nicht auszuprägen vermögen. So lassen sich beispielsweise Drehungs- und Schraubenachsen der Kristallstruktur phänomenologisch nur als Drehungsachsen erkennen, entsprechend Spiegel- und Gleitspiegelebenen nur als Spiegelebenen. Als Folge davon gibt es für die Kristallstrukturen weit mehr Kombinationen von Symmetrieelementen (230 Raumgruppen) als für die phänomenologische Betrachtung (32 Kristallklassen). Zusammenfassend ist zu sagen: Die Elementarzelle einer jeden Kristallart besitzt eine charakteristische Symmetrie der Atomanordnung, die sich mit einer der mathematisch abgeleiteten 230 Raumgruppen

(E. Fedorow 1885–1890, A. Schoenflies 1892) deckt. Die äußere Kristallsymmetrie ist ein vereinfachtes Abbild der Struktursymmetrie und stimmt mit einer der 32 Kristallklassen (J. F. C. Hessel 1830) überein. Die Möglichkeit der Raumgruppenbestimmung aus Röntgenauslöschungen wurde von P. Niggli erkannt; ihm verdanken wir die erste explizite mathematische Darstellung der Strukturverhältnisse in den 230 Raumgruppen unter Angabe der in jeder Gruppe auftretenden Symmetriebedingungen, Punktzähligkeiten, Freiheitsgrade der Punktlagen und der möglichen Gitterkomplexe (Geometrische Kristallographie des Diskontinuums, 1919).

4. Grundlagen und Grundgesetze der Kristallchemie

Die Tendenz der chemischen Bausteine, sich hochsymmetrisch zu koordinieren, ist ein übergeordnetes Prinzip auch in der Kristallchemie. Diese Tendenz wirkt sich beim Kristallisationsvorgang – in einer Lösung oder Schmelze – in einem Milieu aus, in welchem hinsichtlich der chemischen Bausteine ganz verschiedene Mengenverhältnisse, Größenverhältnisse und Bindungseigenschaften vorliegen können. Welches Kristallgitter hierbei im einzelnen entsteht, ist ein gittergeometrisch-gitterenergetisches Problem der Materie. Gittergeometrie und Gitterenergetik sind eine untrennbare Einheit; doch ist die Gittergeometrie anschaulicher faßbar als die Energetik. Der spezielle Bau eines Kristalles ist durch das Mengen- und Größenverhältnis und die Bindungseigenschaften der zum Gitter zusammentretenden Bausteine bedingt. Das Mengenverhältnis entnehmen wir der chemischen Formel; die Größenverhältnisse gehen aus den (von V. M. Goldschmidt 1926, Linus Pauling 1927 u. a.) abgeleiteten Atom- und Ionenradien hervor (Tabelle 5 und 6); die Bindungseigenschaften sind im wesentlichen die Folge von Valenz und Bindungscharakter bzw. Elektronenbau der Ionen und Atome.

a) Die Bausteine der Kristalle und der Bindungscharakter. Die Bausteine der Kristalle sind die Atome, Ionen und Moleküle. Wir stellen uns die Atome und Ionen, besser deren Wirkungsbereiche, als ideale oder wenig deformierte Kugeln vor mit einem Radius, der erfahrungsgemäß für alle Atom- und Ionenarten zwischen 0,2 und 2,0 Å liegt. Der Wirkungsbereich ist in seiner Größe keine starre Einheit, sondern hängt u. a. von Zahl und Art der benachbarten Bausteine ab. Er ist z. B. für eine Atomart A generell kleiner, wenn diese statt 8 nur 6 oder statt 6 nur 4 Atome B als Nachbarn hat. Die Angaben in den Radientabellen sind als Durchschnittswerte aufzufassen, welche Schwankungen von $\pm$ 3% und mehr zulassen. Im Gegensatz zu den Ionen und Atomen besitzen die Moleküle naturgemäß eine mehr oder minder unregelmäßige Form.

Ionengitter. In Kristallen mit Ionengittern wechseln positive und negative Ionen – Kationen und Anionen – miteinander ab, und die Coulomb-

sche Anziehung der entgegengesetzt geladenen Ionen im Verein mit der Abstoßung gleich geladener Ionen liefert die Gitterenergie, d. h. die Energie, welche den Gitterbau und damit den kristallinen Zustand überhaupt aufrechterhält. Chemische Bindung und Wertigkeit (Valenz) sind hierbei nicht linear einheitlich gerichtet, sondern um das einzelne Ion als dreidimensionales, sphärisches Valenzfeld vorhanden; dieses ist bei tetraedrischem Koordinationsschema in 4, bei oktaedrischem in 6 und bei würfeligem in 8 Knoten oder Teilvalenzrichtungen aufgeteilt (Fig. 4 b–d). Im Steinsalz NaCl mit seinem oktaedrischen Koordinationsschema (Fig. 2 und 18) liegen um jedes Na^{1+}- und Cl^{1-}-Teilchen 6 Teilvalenzen mit je ein Sechstel Wertigkeit. Im Flußspat CaF_2 mit würfeligem Koordinationsschema um Ca und mit tetraedrischem Koordinationsschema um F (Fig. 24) liegen um jedes Ca^{2+} 8 Teilvalenzen mit je zwei Achtel Wertigkeit und um jedes F^{1-} 4 Teilvalenzen mit je ein Viertel Wertigkeit.

In Ionengittern mit komplexen Anionen herrscht innerhalb der Komplexe meist eine innigere – teilweise „homöopolare" – Bindung als zwischen Kation und komplexem Anion, so innerhalb der Komplexe CO_3, SO_4, PO_4, SiO_4, dennoch ist die chemische Valenz streng in Koordinationsschemata aufgeteilt. Im Kalkspat $CaCO_3$ ist jedes O einerseits mit vier Drittel Wertigkeit an C und andererseits mit je zwei Sechstel Wertigkeit an zwei Ca gebunden (Fig. 39). Für O ergibt sich somit die Gesamtwertigkeit $^4/_3 + ^2/_6 + ^2/_6 = 2$. Nach der elektrostatischen Valenzregel (L. Pauling, Pasadena, 1929) muß sich selbst für die kompliziertesten O-Verbindungen als Summe der O-Teilwertigkeiten stets 2 oder sehr angenähert 2 ergeben. Als Beispiel diene $LiFePO_4$ (Olivinstruktur, Fig. 49): es ergibt sich für die eine Sauerstoffart $^5/_4 + ^2/_6 + ^2/_6 + ^1/_6 = 2{,}08$, und für die andere, nach der strukturellen Lage etwas abweichende Sauerstoffart $^5/_4 + ^2/_6 + ^1/_6 + ^1/_6 = 1{,}92$.

Kristallgitter mit Ionencharakter sind unter den anorganischen Verbindungen weit verbreitet; von den Mineralien gehören wohl über 80 % hierher, z. B. fast alle einfachen und komplexen Halogenide und Oxyde, darunter auch die Phosphate und Silikate. Die beiden letzteren mit der Einschränkung, daß innerhalb der Komplexe eine teils homöopolare Bindung besteht.

Atomgitter. Die Kristalle mit Atomgittern sind in edelgasartige, metallische und diamantartige zu unterteilen. – Die Edelgase mit ihrer stabilen Elektronenkonfiguration besitzen keine Hauptvalenzen, höchstens ganz schwache elektrostatische Restvalenzen, die erst bei sehr tiefen Temperaturen zu einem Gitterverband mit sehr geringer Gitterenergie führen. – In den Metallen haben wir Atome mit leicht ablösbaren Valenzelektronen vor uns, die sich wie eine Elektronenwolke zwischen den benachbarten elektropositiven Atomrümpfen frei bewegen und somit die gute elektrische Leitfähigkeit und das starke optische Reflexionsvermögen der Metalle bedingen. Eine im großen und ganzen mittelmäßige Gitterenergie und geo-

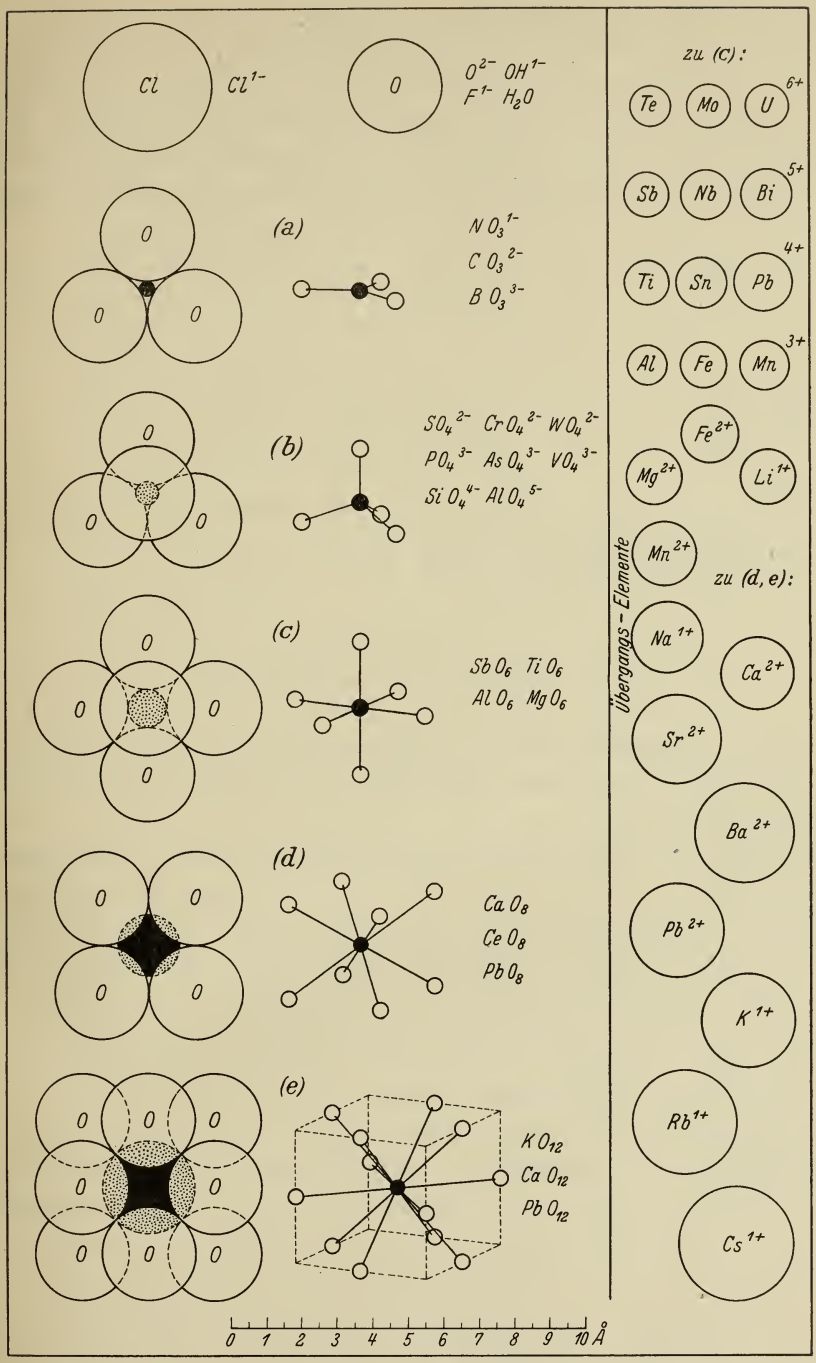


Fig. 4. In Kristallen häufige Koordinationsgruppen: a) NO_3 in Nitraten, CO_3 in Carbonaten, BO_3 in Boraten; b) SO_4 in Sulfaten, PO_4 in Phosphaten, SiO_4 in Silikaten; c) „AlO_6“ in Aluminaten, „TiO_6“ in Titanaten, „$NaCl_6$“ im Steinsalz usw.

metrisch einfache Kristallstrukturen ermöglichen die bekannte Plastizität und Duktilität der Metalle. – Im Diamanten, dem kubischen Kohlenstoff, wird eine scheinbare Edelgaskonfiguration bei an sich nur 4 Schalenelektronen dadurch erreicht, daß sich jedes C-Atom mit vier weiteren C-Atomen umgibt und jedes Elektron zugleich zwei C-Atomen angehört. Die Bahnen der Elektronen sind „streng fixiert", was Nichtleitung der Elektrizität, hohe

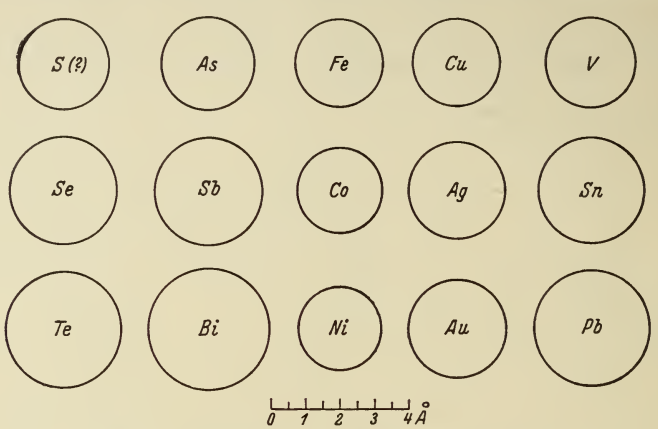


Fig. 5. Gitterbausteine mit Atomcharakter

Gitterenergie, hohe Härte usw. zur Folge hat. Man spricht in diesem Fall auch von einer homöopolaren Bindung im Gegensatz zur heteropolaren Bindung der Ionengitter.

Atomgitter mit edelgasartigem Bindungstyp kommen naturgemäß nur bei den Edelgasen vor, sind also bei den Mineralien unbekannt; solche mit metallartiger Bindung besitzen außer den Metallen auch viele Sulfide, Arsenide usw.; Atomgitter mit diamantartiger Bindung besitzen Diamant, Silizium, Germanium und graues Zinn, während Zinkblende, Manganblende u. a. bereits Anklänge an ionen- bzw. metallartige Bindung aufweisen. Graphit, ein guter Leiter der Elektrizität, bildet ein Mittelglied zwischen schichtmolekül- und metallartiger Bindung.

Molekülgitter. Sie sind durch in sich stark gebundene (meist homöopolare) Atomgruppen – Moleküle – ausgezeichnet, welche an die Nachbarmoleküle nur durch schwache Restvalenzen – van der Waalssche Kräfte gebunden sind. Zugleich sind die Atomabstände innerhalb der Moleküle wesentlich kleiner als von Molekül zu Molekül; so betragen in den organischen Verbindungen die kürzesten innermolekularen C-C-Abstände 1,4 bis 1,5 Å, die kürzesten intramolekularen Abstände im allgemeinen 3,4 bis 3,8 Å. Im rhombischen Schwefel mit ringförmigen S_8-Molekülen ist der innermolekulare Atomabstand 2,12, der kürzeste zwischenmolekulare Abstand 3,3 Å. Kristalle mit Molekülgittern sind infolge der schwachen zwi-

schenmolekularen Kräfte im allgemeinen leicht schmelz- und deformierbar; aus dem gleichen Grunde besitzen die organischen Verbindungen mit ihren oft schwer einzuordnenden großen Molekülen eine durchwegs geringere Kristallisationsfreudigkeit als die meisten anorganischen Verbindungen. Außer den bereits genannten Substanzen und vielen Tausenden von organischen Verbindungen besitzen Molekülgitter: NH_3, H_2O, HF, N_2, O_2, F_2, CO_2, N_2O usw. (alle erst bei tiefen Temperaturen kristallisierend); unter den Mineralien kennt man sie, außer für Eis, Kalomel und Schwefel, wohl nur bei Arsenolith und Senarmontit mit Molekülen As_4O_6 und Sb_4O_6.

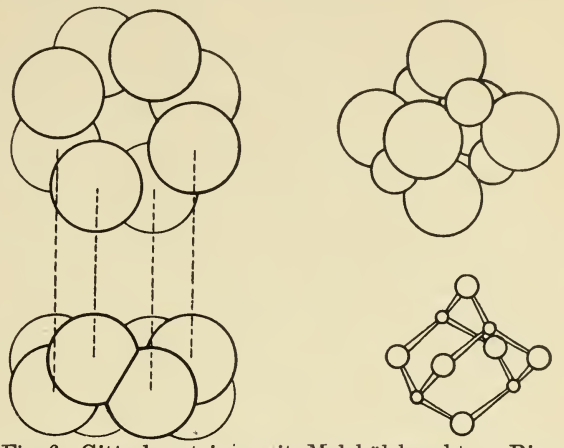


Fig. 6. Gitterbausteine mit Molekülcharakter. Ringförmiges Molekül S_8 im rhombischen Schwefel; tetraedrisches Molekül Sb_4O_6 im Senarmontit

b) Isotypie, Isomorphie, Diadochie. Johann Nepomuk Fuchs hat am Beispiel des Gehlenit erstmalig die gegenseitige Ersetzbarkeit der chemischen Bestandteile in Kristallen erkannt und von vikariierenden Bestandteilen gesprochen (1815). E. Mitscherlich beobachtete bekanntlich am KH_2PO_4 und KH_2AsO_4 erstmalig die „Isomorphie", die nicht allein eine „Formgleichheit", sondern auch eine engere chemische Verwandtschaft bedeuten sollte (1819/21).

Isotypie. Sind bei Kristallarten mit dem gleichen Mengenverhältnis der chemischen Bausteine deren relative Größenverhältnisse nicht allzu verschieden, so können sie Strukturen vom gleichen Bautypus bilden. Zum gleichen Bau- oder Strukturtypus gehörende Kristallarten werden als isotyp bezeichnet. Isotype Reihen sind: NaCl-PbS-MgO; CaF_2-CeO_2-Na_2S; $NaNO_3$-$CaCO_3$ (Kalkspat)-$MgCO_3$-$FeCO_3$-$MnCO_3$, $InBO_3$ usw. Die Isotypie sagt nichts aus über Bindungscharakter und absolute Größe der Gitterbausteine und damit auch nichts über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Mischkristallbildung. Isotype Kristallarten sollen bei gleicher Kristallklasse und Raumgruppe Analogie der chemischen Summenformel und Gitterkonstanten sowie Besetzung der gleichen Punktlagen mit Atomen (oder rotierenden Atomgruppen wie NH_4) aufweisen.

Isomorphie. Nach P. v. Groth (1874) sind zwei Kristallarten isomorph, „wenn sie analoge Zusammensetzung haben, in demselben Kristallsystem mit sehr ähnlichen Winkeln der Flächen kristallisieren und die Fähigkeit besitzen, sowohl sich in variierenden Verhältnissen zu homogenen Kristallen

(isomorphe Mischungen), welche nicht die Eigenschaft mechanischer Gemenge haben, zu mischen, als auch als Kristalle des einen in der Lösung des anderen fortzuwachsen". – Wir sagen heute, isotype Kristallarten, welche zur Bildung von Mischkristallen (festen Lösungen) befähigt sind, werden als isomorph bezeichnet. Isomorphe Reihen sind: $Mg_2[SiO_4]$-$Fe_2[SiO_4]$-$Mn_2[SiO_4]$ (Olivinreihe), $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$-$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$-$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$ (Granatreihe), $CaMg[Si_2O_6]$-$CaFe[Si_2O_6]$-$CaMn[Si_2O_6]$ (Diopsidreihe) usw.

Diadochie. Sie bedeutet soviel wie „Vikariieren der Bestandteile" (im Sinne von Fuchs) oder „isomorphe Vertretbarkeit" (im Sinne von Groth) und bezieht sich nur auf einzelne Bestandteile, nicht auf die Kristallarten als Ganzes. Es sind wesentlich verschiedene Aufgaben- und Anwendungsgebiete, ob wir die Kristallarten in ihren gegenseitigen Typie-Beziehungen untersuchen oder ob wir lediglich die Bausteine dieser Kristallarten, aber in ihrem generellen Verhalten im Kristallreich erfassen wollen. Beispielsweise können Fe und Zn einem Ionengitter angehören (in Halogeniden, Sulfaten usw.) oder einem Atomgitter mit metallischer bzw. halbmetallischer Bindung (Kristallart Eisen, Magnetkies, Pyrit) oder einem Atomgitter mit diamantähnlicher Bindung (Zinkblende). Eigenartigerweise sind Fe und Zn in der Kristallart Eisen nicht diadoch, sie sind begrenzt diadoch in der Zinkblende ZnS, nicht diadoch im Magnetkies FeS, begrenzt diadoch im Fe_2SiO_4, nicht diadoch im Zn_2SiO_4, wohl unbegrenzt diadoch im $FeCO_3$ und $ZnCO_3$, in den Tuttonschen Salzen usw.

Voraussetzung für eine Diadochie sind ähnliche Atom- bzw. Ionenradien, ähnlicher Bindungscharakter innerhalb der speziellen Kristallart und Wahrung des elektrostatischen Gleichgewichtes. Es besteht Diadochie vorzugsweise zwischen solchen Elementen, deren Atomnummern sich um 1, 8, (1 + 8), 18, (1 + 18), 32 und (1 + 32) unterscheiden; damit ist hinsichtlich der Stellung im Periodensystem der Elemente die Vertikal-, Horizontal- und Diagonalverwandtschaft zum Ausdruck gebracht. Unter Diadochie als solcher ist die monomere Diadochie mit einem Ersatz von m Teilchen A durch m Teilchen B zu verstehen; bei der polymeren Diadochie (sinngemäß nach Scheerer 1848) werden m Teilchen A durch n Teilchen B vertreten (Bildung von Additions- bzw. Subtraktionsmischkristallen). Eine „gekoppelte Diadochie" ist in den Silikaten, z. B. NaSi-CaAl in den Feldspaten, weit verbreitet. Im allgemeinen scheint ein größeres Kation leichter durch ein kleineres als umgekehrt ein kleineres durch ein größeres ersetzbar zu sein.

Die Diadochie ist naturgemäß von den Temperatur- und Druckbedingungen abhängig; wird der Begriff ohne eine diesbezügliche Einschränkung gebraucht, so sei er hinsichtlich der Bedingungen zu verstehen, unter denen wir die Mineralien im allgemeinen bei unseren Felduntersuchungen, unter dem Mikroskop usw. studieren. Das diadoche Verhalten der Elemente spielt eine wesentliche Rolle in vielen technischen Produkten,

Legierungen usw., im Realbau der meisten Mineralien, in der Geochemie, Petrographie, Lagerstättenbildung usf.

c) Die chemischen Formeln der anorganischen Kristallverbindungen. Die üblichen chemischen Formeln geben das stöchiometrische Verhältnis der am Kristallbau beteiligten Atome wieder. Liegen Mischkristalle vor, wie in extremer Weise bei den meisten Mineralien, so werden die diadochen Elemente bekanntlich mit Komma versehen in runde Klammern gesetzt: (Ni, Fe)S_2 für Nickelpyrit, Ag(Cl, Br) für Br-haltiges Chlorsilber. Bei sehr begrenzter Diadochie kann das anteilmäßig zurücktretende Element kleiner geschrieben werden: (Cu, As) für Arsenkupfer (= Whitneyitphase mit As bis 12%), (Zn, Fe)S für Zinkblende (mit Fe bis 20%). Liegen keine stöchiometrischen Verhältnisse vor — in Kristallen offenbar viel weiter verbreitet, als man früher annahm —, so kann beispielsweise (Ca, Y)$F_{2-2.33}$ für Mischkristalle CaF_2-YF_3, (Na_2, Ca)SO_4 für Mischkristalle Na_2SO_4-$CaSO_4$ und $Li_{<1}(Mn'', Fe''')PO_4$ für Mischkristalle $LiMnPO_4$-$Fe'''PO_4$ geschrieben werden.

Zur Erfüllung spezieller didaktischer Aufgaben, etwa in einer Einführung in die Kristallstrukturlehre, kann man den üblichen chemischen Formeln die Koordinationszahlen in Exponentialstellung einfügen, und zwar in eckiger oder runder Klammer oder auch unter Verwendung römischer Ziffern, so z. B.:

$Zn^{[4]}S^{[4]}$ für Zinkblende, $Na^{[6]}Cl^{[6]}$ für Steinsalz,

$Ca^{[8]}F_2^{[4]}$ für Fluorit, $Ca^{[6]}[CO_3]$ für Calcit, $Ca^{[9]}[CO_3]$ für Aragonit,

$Mg_2^{[6]}[SiO_4]$ für Olivin, $Ca_3^{[8]}Al_2^{[6]}[SiO_4]_3$ für Granat usw. Diese „Strukturformeln" würden jedoch in einer Klassifikation aller Mineralien sicherlich als Ballast empfunden werden, und auf Grund dieser Überlegung wurde — soweit es sich um Verbindungen mit einfachen Anionen handelt — von deren Verwendung bereits in der ersten Auflage der Mineralogischen Tabellen (1941) bewußt Abstand genommen.

Bei Verbindungen mit komplexem Anion konnte eine Schreibweise entsprechend dem folgenden Schema entwickelt und konsequent angewandt werden:

$A_u^{[12]}B_v^{[8]}C_w^{[6]}[(O, OH, F)_x \mid (RO_3)_y] \cdot nH_2O$ für Nitrate, Carbonate, Borate,

$A_u^{[12]}B_v^{[8]}C_w^{[6]}[(O, OH, F)_x \mid (RO_4)_y] \cdot nH_2O$ für Sulfate, Phosphate, Silikate.

Hier befinden sich die Kationen — angeordnet nach abnehmendem Ionenradius — vor einer eckigen Klammer; innerhalb der Klammer ist der gesamte Anionenverband untergebracht, und zwar trennt bei gemischtem Anion ein Vertikalstrich das komplexfremde vom komplexen Anion. Betrachten wir beispielsweise die Formel von Titanit $Ca^{[7]}Ti^{[6]}[O \mid SiO_4]$ oder Norbergit $Mg_3^{[6]}[F_2 \mid SiO_4]$, so ist das von SiO_4-Tetraedern getrennte Anion O^{2-} bzw. F^{1-} allein an die Kationen Ca^{2+} und Ti^{4+} bzw. Mg^{2+} gebunden, während das O^{2-} der SiO_4-Tetraeder sowohl an die genannten Kationen als auch an Si gebunden ist. Auf Grund dieser Tatsache wurden die komplex-

fremden Anionen in der Formel näher an die Kationen herangebracht, erst dahinter folgt das komplexe Anion. Aber auch hier würde in der Klassifikation aller Mineralien das Hinzuschreiben einer jeden Koordinationszahl als wohl überflüssige Belastung zu empfinden sein. Das Bild dieser kristallchemischen Formeln gestattet eine übersichtliche Gliederung sowohl intern für jedes Mineral, als auch für die Gesamtheit der Carbonate, Sulfate, Phosphate und Silikate.

Um die sog. Analysenformel komplexer Oxyde zu bestimmen, geht man am sichersten von der Anzahl der O-Ionen pro Elementarzelle aus. Diese findet man nach der Gleichung $Z_0 = V \cdot D \cdot N \cdot S/\Sigma$ (V = Volumen der Elementarzelle in cm^3, D = mittlere Dichte der zur Analyse verwendeten Mineralkörner, N = Loschmidtsche Zahl, S = Summe der Atomquotienten von Sauerstoff, Σ = Analysensumme $\sim$ 100); die Menge jedes einzelnen Kations pro Zelle ist sodann gleich $Z_0 \cdot K/S$, wobei K den Atomquotienten jeder einzelnen Kationenart bedeutet. Man erhält beispielsweise für Triphylin von Hagendorf die Analysenformel $Li_{3,74}Fe^{\cdot\cdot}_{2,85}Mn^{\cdot\cdot}_{1,06}H_{0,48}P_{3,99}O_{16}$, aus der sich durch übersichtliche Vereinfachung die idealisierte Formel $Li(Fe, Mn)PO_4$ ergibt.

Triphylin von Hagendorf (Bayern). Chemische Analyse und Ableitung der Analysenformel.

	Gewichts-Prozent	Mol.-Quotient (× 100)	Atom-Quotient der O (× 100)	Atom-Quotient der Kationen (× 100)	Inhalt der Elementarzelle (berechnet auf 16 O)
Li_2O	9,01	30,15	30,15	K = 60,30	**Li 3,74**
FeO	33,04	45,99	45,99	K = 45,99	**Fe 2,85** } **3,91**
MnO	12,12	17,09	17,09	K = 17,09	**Mn 1,06** }
P_2O_5	45,6	32,10	160,50	K = 64,20	**P 3,99**
H_2O	0,70	3,89	3,89	K = 7,78	**H 0,48**
	Σ = 100,47		S = 257,62/100		

$Z_0 = 292{,}4 \cdot 10^{-24} \cdot 3{,}541 \cdot 0{,}6023 \cdot 10^{24} \cdot 2{,}576 \,/\, 100{,}47 = 15{,}99 \sim 16$
$Li = 16 \cdot 60{,}30 \,/\, 257{,}62 = \mathbf{3{,}74}$ usw.

Die Analysenformel zeigt hier einen Ersatz pro Elementarzelle von 0,26 Li und 0,09 $Fe^{\cdot\cdot}$ durch H an, das heißt, es fehlt in jeder vierten Zelle ein Li und in jeder elften Zelle ein Fe, und statt dessen ist $H^{\cdot}$ (wohl in PO_3OH-Tetraedern) vorhanden. Die Analysenformel — mit entsprechendem Umrechnungsfaktor auch auf Halogenid- und Sulfidmineralien anwendbar — bietet einen Einblick in das Entstehen der üblichen idealisierten Mineralformeln und bringt manche topochemische Feinheit ans Licht.

5. Klassifikationsprinzipien der Mineralien.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung handelt es sich bei den Mineralien um Elemente, Sulfide, Halogenide und Sauerstoffverbindungen. Die Elemente, Sulfide und Halogenide bilden je eine Klasse für sich

(I–III), die Sauerstoffverbindungen machen nach Menge und Zahl einen so überwiegenden Anteil aus, daß eine weitere Unterteilung nach kristallchemischen Gesichtspunkten notwendig wird. An die Halogenide schließen sich als Klasse IV die Oxyde ohne komplexe Anionen und die Hydroxyde an; Klasse V enthält Verbindungen mit planaren RO_3-Komplexen (Nitrate, Carbonate, Borate), wobei einige Borate offenbar auch RO_4-Tetraeder besitzen und damit zu den Klassen VI–VIII mit tetraedrischen Baugruppen überleiten. Die BO_3-Komplexe bilden häufig zusammenhängende Struktureinheiten B_2O_5, B_4O_7, B_6O_{11} usw; die Stellung der Borate am Ende dieser Klasse entspricht somit der Stellung der Silikate am Ende der Mineralien mit RO_4-Tetraedern. Die Klassen VI–VIII umfassen die Verbindungen mit tetraedrischen Komplexionen RO_4; ihre Anordnung erfolgt wie für die Nitrate, Carbonate, Borate nach abnehmender Wertigkeit der Zentralionen, also in der Reihenfolge: Sulfate ... (Kl. VI), Phosphate ... (Kl. VII), Silikate (Kl. VIII).

Die Gliederung der Klassen in Abteilungen A, B, C, D usw. wird für Klasse I nach Metallen und Metalloiden bzw. Nichtmetallen vorgenommen, in den Klassen II–IV im wesentlichen nach abnehmendem Quotienten Metall : Schwefel, Metall : Halogen, Metall : Sauerstoff; in Klasse V sind die Nitrate, Carbonate und Borate voneinander geschieden, und in den Klassen VI–VII werden die Sulfate und Phosphate – ebenso auch die Carbonate – nach dem Fehlen oder Vorhandensein komplexfremder Anionen bzw. H_2O in je 4 Abteilungen getrennt, z. B. A.) $LiFe[PO_4]$, B.) $Ca_5[F\,|\,(PO_4)_3]$, C.) $Fe_3[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$, D.) $Fe_4[OH\,|\,PO_4]_3 \cdot 12H_2O$.

Die Silikate nehmen infolge der Möglichkeit zur Koppelung der SiO_4-Tetraeder zu größeren Tetraederverbänden innerhalb der RO_4-Verbindungen eine Sonderstellung ein. Wir unterscheiden nach der Art der Koppelung:

A.) Nesosilikate mit selbständigen Tetraedern $[SiO_4]$,

A′.) Neso-Subsilikate mit Tetraedern $[SiO_4]$ und fremden Anionen,

B.) Sorosilikate mit begrenzten Tetraeder-Gruppen: $[Si_2O_7]$, $[Si_5O_{16}]$...,

C.) Cyclosilikate[1]) mit geschlossenen Tetraeder-Ringen: $[Si_3O_9]$, $[Si_4O_{12}]$, $[Si_6O_{18}]$ oder Doppelringen $[Si_{12}O_{30}]$.

D.) Inosilikate mit eindimensional unendlichen Tetraeder-Ketten $[Si_2O_6]$ oder Doppelketten $[Si_4O_{11}]$.

E.) Phyllosilikate mit zweidimensional unendlichen Tetraeder-Schichten $[Si_4O_{10}]$.

F.) Tektosilikate mit dreidimensional unendlichen Tetraeder-Gerüsten: $[AlSiO_4]$, $[AlSi_2O_6]$, $[AlSi_3O_8]$, $[Al_2Si_3O_{10}]$ ...

Innerhalb der genannten Abteilungen werden die Mineralien in erster Linie zu isotypen und isomorphen Reihen zusammengefaßt und

[1]) M. Fleischer, Some problems in nomenclature in Mineralogy and Inorganic Chemistry, Proc. Am. Soc. Testing Materials **47**, 1947, 1090.

innerhalb der Reihen nach zunehmendem Ionenradius der Metalle angeordnet. Mineralien mit geringerer gegenseitiger Verwandtschaft werden zu homöotypen oder heterotypen Gruppen vereinigt. Die Aufeinanderfolge der Reihen und Gruppen berücksichtigt gegenseitige strukturelle Verwandtschaftsbeziehungen, zunehmende Größe der Ionenradien und gegebenenfalls spezielle chemische Gesichtspunkte.

Einige anorganische Naturprodukte, wie Quecksilber, Opal, Diadochit, die nicht kristallin sind und somit der Definition der Mineralien eigentlich nicht entsprechen, sind nach rein chemischen Gesichtspunkten eingeordnet worden. Etliche organische Naturstoffe, die als solche streng genommen der Definition eines Minerales gleichfalls nicht genügen, jedoch traditionsgemäß in der Mineralogie behandelt werden, sind anhangsweise als Klasse IX angefügt und in salzartige und nicht salzartige Verbindungstypen unterteilt.

Diejenigen Mineralien, deren physikalische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung zwar bekannt sind, für die aber keine Strukturbestimmung vorliegt, wurden auf Grund von Analogieschlüssen oder lediglich auf Grund der Formeldeutung einzuordnen versucht. Ungenügend charakterisierte Mineralien werden im allgemeinen nur im Register genannt.

Die tabellarisch aufgeführten und der Symmetrie nach sicher bekannten „Mineralarten“ (1358) verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Kristallsysteme: kubisch 12,60%, hexagonal 7,51%, hexagonal-rhomboedrisch 8,32%, tetragonal 8,32%, rhombisch 23,93%, monoklin 32,62% und triklin 6,70%. Nach Vereinfachung erhält man:

$$\left.\begin{matrix}\text{Monoklin} & 33\\ \text{Rhombisch} & 24\end{matrix}\right\} > 50\% \qquad \left.\begin{matrix}\text{Hexagonal} & 16\\ \text{Kubisch} & 13\end{matrix}\right\} \sim 30\% \qquad \left.\begin{matrix}\text{Tetragonal} & 8\\ \text{Triklin} & 7\end{matrix}\right\} = 15\%$$

Diese Statistik ist nicht ganz befriedigend, da der Begriff der „Mineralart“ einer noch strengeren Definition und Anwendung bedarf, als es derzeit möglich ist.

6. Tabellen der 32 Kristallklassen, 230 Raumgruppen usw.

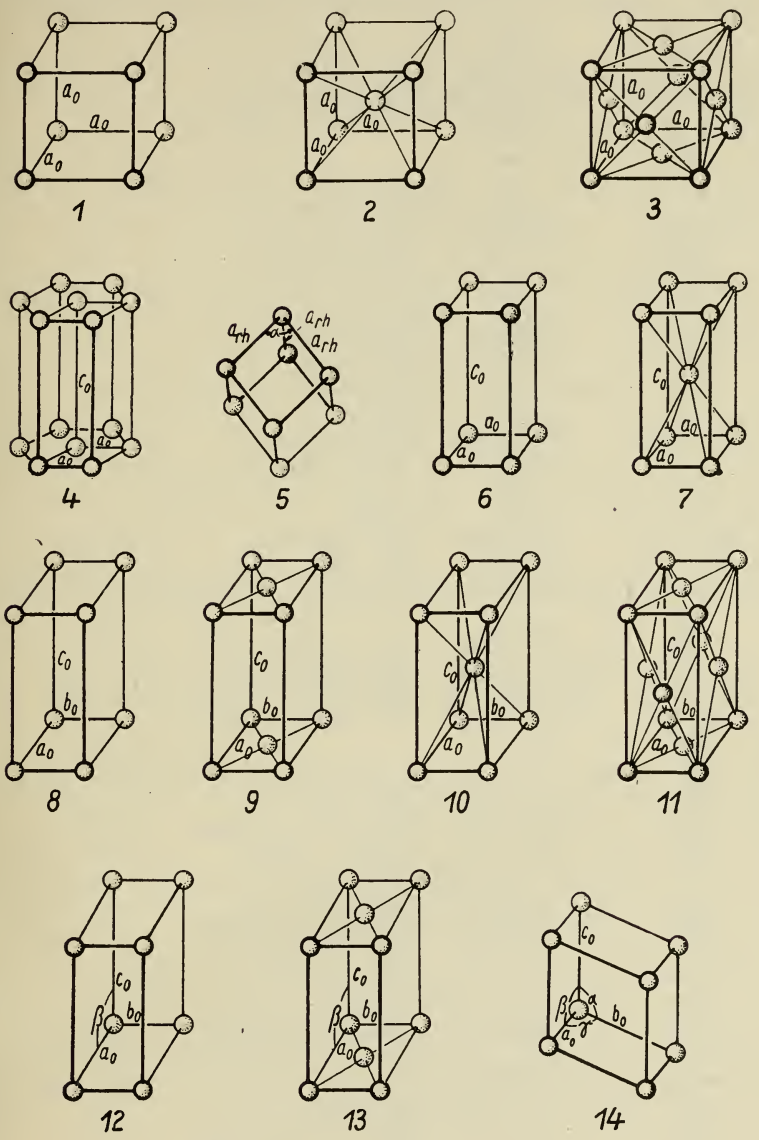
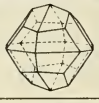
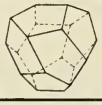
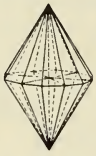
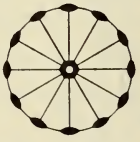
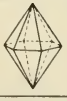
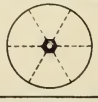


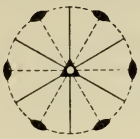
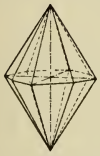
Fig. 7. Die vierzehn Translationsgitter der Kristalle (Bravais 1850)

1—3: Kubisch-primitiv Pm3m, -innenzentriert Im3m, -flächenzentriert Fm3m;
4, 5: Hexagonal P6/mmm, Rhomboedrisch R$\bar{3}$m;
6, 7: Tetragonal-primitiv P4/mmm, -innenzentriert I4/mmm;
8—11: Rhombisch-primitiv Pmmm, -c-flächenzentriert Cmmm, -innenzentriert Immm, -allseitsflächenzentriert Fmmm;
12, 13: Monoklin-primitiv P2/m, -c-flächenzentriert C2/m;
14: Triklin-primitiv P$\bar{1}$.

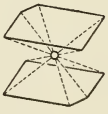
Tabelle 1. Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle

System	Klasse			i	E	Z	P	L-S
KUBISCH			O_h-m3m Hex'oktaedrisch 3■ 4▲ 6⧫ 3+6m o	i	–	–	–	O_h
			T_d-$\bar{4}$3m Hex'tetraedrisch 3◹ 4▲p 6m	–	–	–	*	
			O-432 Gyroedrisch 3■ 4▲ 6⧫	–	*	*	–	
			T_h-m3 Disdodekaedrisch 3◥ 4▲ 3m o	i	–	–	–	T_h
			T-23 Tetartoedrisch 3◥ 4▲p	–	*	*	*	
HEXAGONAL			D_{6h}-6/mmm Dihexagonal-dipyramidal 1⬢ 3+3⧫ 1+3+3m o	i	–	–	–	D_{6h}
			D_{3h}-$\bar{6}$2m Ditrigonal-dipyramidal 1▲ 3⧫p 1+3m	–	–	–	*	
			C_{6v}-6mm Dihexagonal-pyramidal 1⬢p 3+3m	–	–	–	*	
			D_6-622 Hexagonal-trapezoedr. 1⬢ 3+3⧫	–	*	*	*	
			C_{6h}-6/m Hexagonal-dipyramidal 1⬢ 1m o	i	–	–	–	C_{6h}
			C_{3h}-$\bar{6}$ Trigonal-dipyramidal 1▲ 1m	–	–	–	*	
			C_6-6 Hexagonal-pyramidal 1⬢p	–	*	*	*	

Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle (Fortsetzung)

System	Klasse			i	E	Z	P	L-S
HEXAG.-RHOMBOEDR.			D_{3d}-$\bar{3}$m Ditrigonal-skalenoedr. 1▲ 3◗ 3m o	i	–	–	–	D_{3d}
			C_{3v}-3m Ditrigonal-pyramidal 1▲p 3m	–	–	–	*	
			D_3-32 Trigonal-trapezoedr. 1▲ 3◗p	–	*	*	*	
			C_{3i}-$\bar{3}$ Trigonal-rhomboedr. 1▲ o	i	–	–	–	C_{3i}
			C_3-3 Trigonal-pyramidal 1▲p	–	*	*	*	
TETRAGONAL			D_{4h}-4/mmm Ditetragonal-dipyramidal 1■ 2+2◗ 1+2+2m o	i	–	–	–	D_{4h}
			D_{2d}-$\bar{4}$2m Tetragonal-skalenoedr. 1◪ 2◗ 2m	–	–	×	*	
			C_{4v}-4mm Ditetragonal-pyramidal 1■p 2+2m	–	–	–	*	
			D_4-422 Tetragonal-trapezoedr. 1■ 2+2◗	–	*	*	*	
			C_{4h}-4/m Tetragonal-dipyramidal 1■ 1m o	i	–	–	–	C_{4h}
			S_4-$\bar{4}$ Tetragonal-disphenoid. 1◪	–	–	×	*	
			C_4-4 Tetragonal-pyramidal 1■p	–	*	*	*	

Die 32 Symmetrieklassen der Kristalle (Fortsetzung)

System	Klasse			i	E	Z	P	L-S
RHOMBISCH			D_{2h}-mmm Rhombisch-dipyramidal 1+1+1◖ 1+1+1m o	i	–	–	–	D_{2h}
			C_{2v}-mm2 Rhombisch-pyramidal 1◖p 1+1m	–	–	×	✳	
			D_2-222 Rhombisch-disphenoid. 1+1+1◖	–	✳	✳	✳	
MONOKLIN			C_{2h}-2/m Monoklin-prismatisch 1◖ 1m o	i	–	–	–	C_{2h}
			C_s-m Monoklin-domatisch – 1m	–	–	×	✳	
			C_2-2 Monoklin-sphenoidisch 1◖p –	–	✳	✳	✳	
TRIKLIN			C_i-$\bar{1}$ Triklin-pinakoidal o	i	–	–	–	C_i
			C_1-1 Triklin-pedial –	–	✳	✳	✳	

◖ zweizählige
▲ dreizählige
■ vierzählige
⬢ sechszählige
} Drehungsachse (p, polar)

◪ vierzählige Inversionsachse
o i, Inversionszentrum
— m, Spiegelebene (mirroir)

E Enantiomorphie
Z Zirkularpolarisation (✳ erster Art, × zweiter Art)
P Piezoelektrizität
L–S Lauesymmetrie

Tabelle 2. Die 230 Raumgruppen

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Kubisch		
O_h^1 – Pm3m		P4/m $\bar{3}$2/m
O_h^2 – Pn3n		P4/n $\bar{3}$2/n
O_h^3 – Pm3n		P4/$_2$m$\bar{3}$2/n
O_h^4 – Pn3m		P4$_2$/n $\bar{3}$2/m
O_h^5 – Fm3m		F4/m $\bar{3}$2/m
O_h^6 – Fm3c		F4/m $\bar{3}$2/c
O_h^7 – Fd3m		F4$_1$/d $\bar{3}$2/m
O_h^8 – Fd3c		F4$_1$/d $\bar{3}$2/c
O_h^9 – Im3m		I4/m $\bar{3}$2/m
O_h^{10} – Ia3d		I4$_1$/a $\bar{3}$2/d
T_d^1 – P43m		P$\bar{4}$3m
T_d^2 – F43m		F$\bar{4}$3m
T_d^3 – I43m		I $\bar{4}$3m
T_d^4 – P43n		P$\bar{4}$3n
T_d^5 – F43c		F$\bar{4}$3c
T_d^6 – I43d		I $\bar{4}$3d
O^1 – P432		P432
O^2 – P4$_2$32		P4$_2$32
O^3 – F432		F432
O^4 – F4$_1$32		F4$_1$32
O^5 – I432		I 432
O^6 – P4$_3$32		P4$_3$32
O^7 – P4$_1$32		P4$_1$32
O^8 – I4$_1$32		I 4$_1$32
T_h^1 – Pm3		P2/m$\bar{3}$
T_h^2 – Pn3		P2/n $\bar{3}$
T_h^3 – Fm3		F2/m$\bar{3}$
T_h^4 – Fd3		F2/d $\bar{3}$
T_h^5 – Im3		I 2/m$\bar{3}$
T_h^6 – Pa3		P2$_1$/a$\bar{3}$
T_h^7 – Ia3		I 2/a $\bar{3}$
T^1 – P23		P23
T^2 – F23		F23
T^3 – I23		I23
T^4 – P2$_1$3		P2$_1$3
T^5 – I2$_1$3		I2$_1$3

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Hexagonal		
D^1_{6h} – P6/mmm		P6/m 2/m 2/m
D^2_{6h} – P6/mcc	———	P6/m 2/c 2/m
D^3_{6h} – $P6_3/mcm$		$P6_3/m$ 2/c 2/m
D^4_{6h} – $P6_3/mmc$		$P6_3/m$ 2/m 2/c
D^1_6 – P622		P622
D^2_6 – $P6_122$		$P6_122$
D^3_6 – $P6_522$	———	$P6_522$
D^4_6 – $P6_222$		$P6_222$
D^5_6 – $P6_422$		$P6_422$
D^6_6 – $P6_322$		$P6_322$
C^1_{6v} – P6mm		P6mm
C^2_{6v} – P6cc		P6cc
C^3_{6v} – $P6_3cm$		$P6_3cm$
C^4_{6v} – $P6_3mc$		$P6_3mc$
D^1_{3h} – $P\bar{6}m2$		$P\bar{6}m2$
D^2_{3h} – $P\bar{6}c2$		$P\bar{6}c2$
D^3_{3h} – $P\bar{6}2m$		$P\bar{6}2m$
D^4_{3h} – $P\bar{6}2c$		$P\bar{6}2c$
C^1_{6h} – P6/m	———	P6/m
C^2_{6h} – $P6_3/m$		$P6_3/m$
C^1_6 – P6		P6
C^2_6 – $P6_1$		$P6_1$
C^3_6 – $P6_5$	———	$P6_5$
C^4_6 – $P6_2$		$P6_2$
C^5_6 – $P6_4$		$P6_4$
C^6_6 – $P6_3$		$P6_3$
C^1_{3h} – $P\bar{6}$	———	$P\bar{6}$
Hexagonal-rhomboedrisch		
D^1_{3d} – P31m		P31 2/m
D^2_{3d} – P31c		P31 2/c
D^3_{3d} – P3m1	———	$P\bar{3}$ 2/m1
D^4_{3d} – P3c1		$P\bar{3}2/c1$
D^5_{3d} – R3m		$R\bar{3}2/m$
D^6_{3d} – R3c		$R\bar{3}2/c$
C^1_{3v} – P3m1	———	P3m1

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Hexagonal-rhomboedrisch Fortsetzung		
C_{3v}^2 – P31m		P31m
C_{3v}^3 – P3c1		P3c1
C_{3v}^4 – P31c	———	P31c
C_{3v}^5 – R3m		R3m
C_{3v}^6 – R3c		R3c
D_3^1 – P312		P321
D_3^2 – P321		P312
D_3^3 – $P3_112$		$P3_121$
D_3^4 – $P3_121$	———	$P3_112$
D_3^5 – $P3_212$		$P3_221$
D_3^6 – $P3_221$		$P3_212$
D_3^7 – R32		R32
C_{3i}^1 – $P\bar{3}$		$P\bar{3}$
C_{3i}^2 – $R\bar{3}$		$R\bar{3}$
C_3^1 – P3		P3
C_3^2 – $P3_1$	———	$P3_1$
C_3^3 – $P3_2$		$P3_2$
C_3^4 – R3		R3
Tetragonal	(1935)	
D_{4h}^1 – P4/mmm	C4/mmm	P4/m 2/m 2/m
D_{4h}^2 – P4/mcc	C4/mcc	P4/m 2/c 2/c
D_{4h}^3 – P4/nbm	C4/amb	P4/n 2/b 2/m
D_{4h}^4 – P4/nnc	C4/acn	P4/n 2/n 2/c
D_{4h}^5 – P4/mbm	C4/mmb	P4/m 2_1/b 2/m
D_{4h}^6 – P4/mnc	C4/mcn	P4/m 2_1/n 2/c
D_{4h}^7 – P4/nmm	C4/amm	P4/n 2_1/m 2/m
D_{4h}^8 – P4/ncc	C4/acc	P4/n 2_1/c 2/c
D_{4h}^9 – $P4_2$/mmc	$C4_2$/mcm	$P4_2$/m 2/m 2/c
D_{4h}^{10} – $P4_2$/mcm	$C4_2$/mmc	$P4_2$/m 2/c 2/m
D_{4h}^{11} – $P4_2$/nbc	$C4_2$/acb	$P4_2$/n 2/b 2/c
D_{4h}^{12} – $P4_2$/nnm	$C4_2$/amn	$P4_2$/n 2/n 2/m
D_{4h}^{13} – $P4_2$/mbc	$C4_2$/mcb	$P4_2$/m 2_1/b 2/c
D_{4h}^{14} – $P4_2$/mnm	$C4_2$/mmn	$P4_2$/m 2_1/n 2/m
D_{4h}^{15} – $P4_2$/nmc	$C4_2$/acm	$P4_2$/n 2_1/m 2/c
D_{4h}^{16} – $P4_2$/ncm	$C4_2$/amc	$P4_2$/n 2_1/c 2/m
D_{4h}^{17} – I4/mmm	F4/mmm	I4/m 2/m 2/m
D_{4h}^{18} – I4/mcm	F4/mmc	I4/m 2/c 2/m
D_{4h}^{19} – $I4_1$/amd	$F4_1$/ddm	$I4_1$/a 2/m 2/d
D_{4h}^{20} – $I4_1$/acd	$F4_1$/ddc	$I4_1$/a 2/c 2/d

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen (1935)	Vollständiges Mauguin-Symbol
Tetragonal Fortsetzung		
D_4^1 – P422	C422	P422
D_4^2 – $P42_12$	$C422_1$	$P42_12$
D_4^3 – $P4_122$	$C4_122$	$P4_122$
D_4^4 – $P4_12_12$	$C4_122_1$	$P4_12_12$
D_4^5 – $P4_222$	$C4_222$	$P4_222$
D_4^6 – $P4_22_12$	$C4_222_1$	$P4_22_12$
D_4^7 – $P4_322$	$C4_322$	$P4_322$
D_4^8 – $P4_32_12$	$C4_322_1$	$P4_32_12$
D_4^9 – I422	F422	I422
D_4^{10} – $I4_122$	$F4_122$	$I4_122$
C_{4v}^1 – P4mm	C4mm	P4mm
C_{4v}^2 – P4bm	C4mb	P4bm
C_{4v}^3 – $P4_2cm$	$C4_2mc$	$P4_2cm$
C_{4v}^4 – $P4_2nm$	$C4_2mn$	$P4_2nm$
C_{4v}^5 – P4cc	C4cc	P4cc
C_{4v}^6 – P4nc	C4cn	P4nc
C_{4v}^7 – $P4_2mc$	$C4_2cm$	$P4_2mc$
C_{4v}^8 – $P4_2bc$	$C4_2cb$	$P4_2bc$
C_{4v}^9 – I4mm	F4mm	I4mm
C_{4v}^{10} – I4cm	F4mc	I4cm
C_{4v}^{11} – $I4_1md$	$F4_1dm$	$I4_1md$
C_{4v}^{12} – $I4_1cd$	$F4_1dc$	$I4_1cd$
D_{2d}^1 – $P\bar{4}2m$	$C\bar{4}m2$	$P\bar{4}2m$
D_{2d}^2 – $P\bar{4}2c$	$C\bar{4}c2$	$P\bar{4}2c$
D_{2d}^3 – $P\bar{4}2_1m$	$C\bar{4}m2_1$	$P\bar{4}2_1m$
D_{2d}^4 – $P\bar{4}2_1c$	$C\bar{4}c2_1$	$P\bar{4}2_1c$
D_{2d}^5 – P4m2	$C\bar{4}2m$	$P\bar{4}2m$
D_{2d}^6 – P4c2	$C\bar{4}2c$	$P\bar{4}2c$
D_{2d}^7 – P4b2	$C\bar{4}2b$	$P\bar{4}2b$
D_{2d}^8 – P4n2	$C\bar{4}2n$	$P\bar{4}2n$
D_{2d}^9 – $I\bar{4}m2$	$F\bar{4}2m$	$I\bar{4}2m$
D_{2d}^{10} – $I\bar{4}c2$	$F\bar{4}2c$	$I\bar{4}2c$
D_{2d}^{11} – $I\bar{4}2m$	$F\bar{4}m2$	$I\bar{4}2m$
D_{2d}^{12} – $I\bar{4}2d$	$F\bar{4}d2$	$I\bar{4}2d$
C_{4h}^1 – P4/m	C4/m	P4/m
C_{4h}^2 – $P4_2/m$	$C4_2/m$	$P4_2/m$
C_{4h}^3 – P4/n	C4/a	P4/n
C_{4h}^4 – $P4_2/n$	$C4_2/a$	$P4_2/n$
C_{4h}^5 – I4/m	F4/m	I4/m
C_{4h}^6 – $I4_1/a$	$F4_1/d$	$I4_1/a$
C_4^1 – P4	C4	P4

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Tetragonal		
Fortsetzung	(1935)	
C_4^2 – $P4_1$	$C4_1$	$P4_1$
C_4^3 – $P4_2$	$C4_2$	$P4_2$
C_4^4 – $P4_3$	$C4_3$	$P4_3$
C_4^5 – I4	F4	I4
C_4^6 – $I4_1$	$F4_1$	$I4_1$
S_4^1 – $P\bar{4}$	$C\bar{4}$	$P\bar{4}$
S_4^2 – $I\bar{4}$	$F\bar{4}$	$I\bar{4}$
Rhombisch	(1952)	
D_{2h}^1 – Pmmm	—	P2/m 2/m 2/m
D_{2h}^2 – Pnnn	—	P2/n 2/n 2/n
D_{2h}^3 – Pccm	Pmaa, Pbmb	P2/c 2/c 2/m
D_{2h}^4 – Pban	Pncb, Pcna	P2/b 2/a 2/n
D_{2h}^5 – Pmma	Pbmm, Pmcm, Pmam, Pmmb, Pcmm	$P2_1$/m 2/m 2/a
D_{2h}^6 – Pnna	Pbnn, Pncn, Pnan, Pnnb, Pcnn	P2/n 2_1/n 2/a
D_{2h}^7 – Pmna	Pbmn, Pncm, Pman, Pnmb, Pcnm	P2/m 2/n 2_1/a
D_{2h}^8 – Pcca	Pbaa, Pbcb, Pbab, Pccb, Pcaa	$P2_1$/c 2/c 2/a
D_{2h}^9 – Pbam	Pmcb, Pcma	$P2_1$/b 2_1/a 2/m
D_{2h}^{10} – Pccn	Pnaa, Pbnb	$P2_1$/c 2_1/c 2/n
D_{2h}^{11} – Pbcm	Pmca, Pbma, Pcmb, Pcam, Pmab	P2/b 2_1/c 2_1/m
D_{2h}^{12} – Pnnm	Pmnn, Pnmn	$P2_1$/n 2_1/n 2/m
D_{2h}^{13} – Pmmn	Pnmm, Pmnm	$P2_1$/m 2_1/m 2/n
D_{2h}^{14} – Pbcn	Pnca, Pbna, Pcnb, Pcan, Pnab	$P2_1$/b 2/c 2_1/n
D_{2h}^{15} – Pbca	Pcab	$P2_1$/b 2_1/c 2_1/a
D_{2h}^{16} – Pnma	Pbnm, Pmcn, Pnam, Pmnb, Pcmn	$P2_1$/n 2_1/m 2_1/a
D_{2h}^{17} – Cmcm	Amma, Bbmm, Bmmb, Ccmm, Amam	C2/m 2/c 2_1/m
D_{2h}^{18} – Cmca	Abma, Bbcm, Bmab, Ccmb, Acam	C2/m 2/c 2_1/a
D_{2h}^{19} – Cmmm	Ammm, Bmmm	C2/m 2/m 2/m
D_{2h}^{20} – Cccm	Amaa, Bbmb	C2/c 2/c 2/m
D_{2h}^{21} – Cmma	Abmm, Bmcm, Bmam, Cmmb, Acmm	C2/m 2/m 2/a
D_{2h}^{22} – Ccca	Abaa, Bbcb, Bbab, Cccb, Acaa	C2/c 2/c 2/a
D_{2h}^{23} – Fmmm	—	F2/m 2/m 2/m
D_{2h}^{24} – Fddd	—	F2/d 2/d 2/d
D_{2h}^{25} – Immm	—	I2/m 2/m 2/m
D_{2h}^{26} – Ibam	Imcb, Icma	I2/b 2/a 2/m
D_{2h}^{27} – Ibca	Icab	I2/b 2/c 2/a
D_{2h}^{28} – Imma	Ibmm, Imcm, Imam, Immb, Icmm	I2/m 2/m 2/a
D_2^1 – P222	—	P222
D_2^2 – $P222_1$	$P2_122$, $P22_12$	$P222_1$
D_2^3 – $P2_12_12$	$P22_12_1$, $P2_122_1$	$P2_12_12$
D_2^4 – $P2_12_12_1$	—	$P2_12_12_1$
D_2^5 – $C222_1$	$A2_122$, $B22_12$	$C222_1$
D_2^6 – C222	A222, B222	C222

Schoenflies- und Internationales Symbol (1952)	Internationales Symbol für andere Orientierungen	Vollständiges Mauguin-Symbol
Rhombisch		
Fortsetzung	(1952)	
D_2^7 – F222	—	F222
D_2^8 – I222	—	I222
D_2^9 – $I2_12_12_1$	—	$I2_12_12_1$
C_{2v}^1 – Pmm2	P2mm, Pm2m	Pmm2
C_{2v}^2 – $Pmc2_1$	$P2_1ma$, $Pb2_1m$, $Pm2_1b$, $Pcm2_1$, $P2_1am$	$Pmc2_1$
C_{2v}^3 – Pcc2	P2aa, Pb2b	Pcc2
C_{2v}^4 – Pma2	P2mb, Pc2m, Pm2a, Pbm2, P2cm	Pma2
C_{2v}^5 – $Pca2_1$	$P2_1ab$, $Pc2_1b$, $Pb2_1a$, $Pbc2_1$, $P2_1ca$	$Pca2_1$
C_{2v}^6 – Pnc2	P2na, Pb2n, Pn2b, Pcn2, P2an	Pcn2
C_{2v}^7 – $Pmn2_1$	$P2_1mn$, $Pn2_1m$, $Pm2_1n$, $Pnm2_1$, $P2_1nm$	$Pmn2_1$
C_{2v}^8 – Pba2	P2cb, Pc2a	Pba2
C_{2v}^9 – $Pna2_1$	$P2_1nb$, $Pc2_1n$, $Pn2_1a$, $Pbn2_1$, $P2_1cn$	$Pna2_1$
C_{2v}^{10} – Pnn2	P2nn, Pn2n	Pnn2
C_{2v}^{11} – Cmm2	A2mm, Bm2m	Cmm2
C_{2v}^{12} – $Cmc2_1$	$A2_1ma$, $Bb2_1m$, $Bm2_1b$, $Ccm2_1$, $A2_1am$	$Cmc2_1$
C_{2v}^{13} – Ccc2	A2aa, Bb2b	Ccc2
C_{2v}^{14} – Amm2	B2mm, Cm2m, Am2m, Bmm2, C2mm	Amm2
C_{2v}^{15} – Abm2	B2cm, Cm2a, Ac2m, Bma2, C2mb	Abm2
C_{2v}^{16} – Ama2	B2mb, Cc2m, Am2a, Bbm2, C2cm	Ama2
C_{2v}^{17} – Aba2	B2cb, Cc2a, Ac2a, Bba2, C2cb	Aba2
C_{2v}^{18} – Fmm2	F2mm, Fm2m	Fmm2
C_{2v}^{19} – Fdd2	F2dd, Fd2d	Fdd2
C_{2v}^{20} – Imm2	I2mm, Im2m	Imm2
C_{2v}^{21} – Iba2	I2cb, Ic2a	Iba2
C_{2v}^{22} – Ima2	I2mb, Ic2m, Im2a, Ibm2, I2cm	Ima2
Monoklin	(1935)	
C_{2h}^1 – P2/m	B2/m	P2/m
C_{2h}^2 – $P2_1/m$	$B2_1/m$	$P2_1/m$
C_{2h}^3 – C2/m	A2/m, I2/m, F2/m	C2/m
C_{2h}^4 – P2/c	P2/a, P2/n, B2/d	P2/c
C_{2h}^5 – $P2_1/c$	$P2_1/a$, $P2_1/n$, $B2_1/d$	$P2_1/c$
C_{2h}^6 – C2/c	A2/a, I2/a, F2/d	C2/c
C_2^1 – P2	B2	P2
C_2^2 – $P2_1$	$B2_1$	$P2_1$
C_2^3 – C2	A2, I2, F2	C2
C_s^1 – Pm	Bm	Pm
C_s^2 – Pc	Pa, Pn, Bd	Pc
C_s^3 – Cm	Am, Im, Fm	Cm
C_s^4 – Cc	Aa, Ia, Fd	Cc
Triklin		
C_1^1 – P1	P1	P1
C_1^1 – P1	P1	P1

Tabelle 3. Periodensystem der chemischen Elemente

Periode	Schale	Gruppe I a	Gruppe I b	Gruppe II a	Gruppe II b	Gruppe III a	Gruppe III b	Gruppe IV a	Gruppe IV b	Gruppe V a	Gruppe V b	Gruppe VI a	Gruppe VI b	Gruppe VII a	Gruppe VII b	Gruppe VIII a	Gruppe VIII b
1	*K*	**1 H** 1,0080														**2 He** 4,003	
2	*L*	**3 Li** 6,940		**4 Be** 9,013		**5 B** 10,82		**6 C** 12,010		**7 N** 14,008		**8 O** **16**		**9 F** 19,00		**10 Ne** 20,183	
3	*M*	**11 Na** 22,997		**12 Mg** 24,32		**13 Al** 26,98		**14 Si** 28,09		**15 P** 30,975		**16 S** 32,066		**17 Cl** 35,457		**18 Ar** 39,944	
4	*N*	**19 K** 39,100		**20 Ca** 40,08		**21 Sc** 44,96		**22 Ti** 47,90		**23 V** 50,95		**24 Cr** 52,01		**25 Mn** 54,93		**26 Fe** 55,85	**27 Co** 58,94 **28 Ni** 58,71
			29 Cu 63,54		**30 Zn** 65,38	**31 Ga** 69,72		**32 Ge** 72,60		**33 As** 74,91		**34 Se** 78,96		**35 Br** 79,916		**36 Kr** 83,80	
5	*O*	**37 Rb** 85,48		**38 Sr** 87,63		**39 Y** 88,92		**40 Zr** 91,22		**41 Nb** 92,91		**42 Mo** 95,95		**43 Tc** [99]		**44 Ru** 101,7	**45 Rh** 102,91 **46 Pd** 106,4
			47 Ag 107,880		**48 Cd** 112,41	**49 In** 114,82		**50 Sn** 118,70		**51 Sb** 121,76		**52 Te** 127,61		**53 J** 126,91		**54 X** 131,30	
6	*P*	**55 Cs** 132,91		**56 Ba** 137,36		**57 La*)** 138,92		**72 Hf** 178,50		**73 Ta** 180,88		**74 W** 183,86		**75 Re** 186,22		**76 Os** 190,2	**77 Ir** 193,1 **78 Pt** 195,09
			79 Au 197,2		**80 Hg** 200,61	**81 Tl** 204,39		**82 Pb** 207,21		**83 Bi** 209,00		**84 Po** 210		**85 At** [210]		**86 Rn** 222	
7	*Q*	**87 Fr** [223]		**88 Ra** 226,05		**89 Ac**)** 227		**104 —**		**105 —**		**106 —**		**107 —**		**108 —**	**109 —** **110 —**

*) Lanthaniden:	**58 Ce** 140,13	**59 Pr** 140,92	**60 Nd** 144,27	**61 Pm** [145]	**62 Sm** 150,35	**63 Eu** 152,0	**64 Gd** 157,26	**65 Tb** 159,2	**66 Dy** 162,51	**67 Ho** 164,94	**68 Er** 167,27	**69 Tm** 169,4	**70 Yb** 173,04	**71 Lu** 174,99
**) Actiniden:	**90 Th** 232,12	**91 Pa** 231	**92 U** 238,07	**93 Np** [237]	**94 Pu** [242]	**95 Am** [243]	**96 Cm** [243]	**97 Bk** [249]	**98 Cf** [249]	**99 E** [255]	**100 Fm** [255]	**101 Mv** [256]	**102 —**	**103 —**

Tabelle 4. Internationale Atomgewichte [1])

Element	Symbol	Atom-Nr.	Atomgewicht*)	Element	Symbol	Atom-Nr.	Atomgewicht*)	Element	Symbol	Atom-Nr.	Atomgewicht*)
Actinium	Ac	89	227	Holmium	Ho	67	164,94	Radon	Rn	86	222
Aluminium	Al	13	26,98	Indium	In	49	114,82	Rhenium	Re	75	186,22
Americium	Am	95	[243]	Iridium	Ir	77	193,1	Rhodium	Rh	45	102,91
Antimon (Stibium)	Sb	51	121,76	Jod	J	53	126,91	Rubidium	Rb	37	85,48
Argon	Ar	18	39,944	Kalium („Potassium“)	K	19	39,100	Ruthenium	Ru	44	101,7
Arsen	As	33	74,91	Kobalt	Co	27	58,94	Samarium	Sm	62	150,35
Astatin	At	85	[210]	Kohlenstoff(Carbonium)	C	6	12,010	Sauerstoff (Oxygenium)	O	8	**16**
Barium	Ba	56	137,36	Krypton	Kr	36	83,80	Scandium	Sc	21	44,96
Berkelium	Bk	97	[249]	Kupfer (Cuprum)	Cu	29	63,54	Schwefel (Sulphur)	S	16	32,066**)
Beryllium	Be	4	9,013	Lanthan	La	57	138,92	Selen	Se	34	78,96
Blei (Plumbum)	Pb	82	207,21	Lithium	Li	3	6,940	Silber (Argentum)	Ag	47	107,880
Bor	B	5	10,82	Lutetium (früher Cassiopeium)	Lu	71	174,99	Silicium	Si	14	28,09
Brom	Br	35	79,916					Stickstoff (Nitrogen)	N	7	14,008
Cadmium	Cd	48	112,41	Magnesium	Mg	12	24,32	Strontium	Sr	38	87,63
Caesium	Cs	55	132,91	Mangan	Mn	25	54,93	Tantal	Ta	73	180,88
Calcium	Ca	20	40,08	Mendelevium	Mv	101	[256]	Technetium	Tc	43	[99]
Californium	Cf	98	[249]	Molybdän	Mo	42	95,95	Tellur	Te	52	127,61
Cer	Ce	58	140,13	Natrium („Sodium“)	Na	11	22,997	Terbium	Tb	65	159,2
Chlor	Cl	17	35,457	Neodym	Nd	60	144,27	Thallium	Tl	81	204,39
Chrom	Cr	24	52,01	Neon	Ne	10	20,183	Thorium	Th	90	232,12
Curium	Cm	96	[243]	Neptunium	Np	93	[237]	Thulium	Tm	69	169,4
Dysprosium	Dy	66	162,51	Nickel	Ni	28	58,71	Titan	Ti	22	47,90
Einsteinium	E	99	[255]	Niob („Columbium“)	Nb	41	92,91	Uran	U	92	238,07
Eisen (Ferrum)	Fe	26	55,85	Osmium	Os	76	190,2	Vanadium	V	23	50,95
Erbium	Er	68	167,27	Palladium	Pd	46	106,4	Wasserstoff (Hydrogenium)	H	1	1,0080
Europium	Eu	63	152,0	Phosphor	P	15	30,975	Wismut (Bismutum)	Bi	83	209,00
Fermium	Fm	100	[255]	Platin	Pt	78	195,09	Wolfram („Tungsten“)	W	74	183,86
Fluor	F	9	19,00	Plutonium	Pu	94	[242]	Xenon	X	54	131,30
Francium	Fr	87	[223]	Polonium	Po	84	210	Ytterbium	Yb	70	173,04
Gadolinium	Gd	64	157,26	Praseodym	Pr	59	140,92	Yttrium	Y	39	88,92
Gallium	Ga	31	69,72	Promethium	Pm	61	[145]	Zink	Zn	30	65,38
Germanium	Ge	32	72,60	Protactinium	Pa	91	231	Zinn (Stannum)	Sn	50	118,70
Gold (Aurum)	Au	79	197,2	Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg	80	200,61	Zirkonium	Zr	40	91,22
Hafnium	Hf	72	178,50								
Helium	He	2	4,003	Radium	Ra	88	226,05				

[1]) Internationale Atomgewichtskommission Stockholm 1953, einschl. der durch die gleiche Kommission 1954 und durch die Internationale Union für reine und angewandte Chemie 1956 empfohlenen Änderungen. Deutsche Schreibweise nach Z. anorg. u. analyt. Chem. **271** (1952) 1.

*) Ein Wert in eckiger Klammer bedeutet die Massenzahl des Isotopen mit der größten Halbwertszeit.

**) ± 0,008, da das Isotopengemisch von Schwefel im Naturvorkommen variiert.

Tabelle 5. Periodensystem der chemischen Elemente, mit Atom- und Ionenradien
(Radien der positiven Ionen nach Ahrens 1952, der negativen Ionen nach Goldschmidt 1926)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	a	VIII	b
1	**1** H 0,46							**2** He 1,78		
2	**3** Li 1,52 Li+ 0,68	**4** Be 1,12 Be^{2+} 0,35	**5** B 0,97 B^{3+} 0,23	**6** C 0,77 C^{4+} 0,16	**7** N 0,71 N^{3+} 0,16 N^{5+} 0,13	**8** O^{2-} 1,32 O 0,60 O^{6+} 0,10	**9** F^{-} 1,33 F^{7+} 0,08	**10** Ne 1,60		
3	**11** Na 1,86 Na+ 0,97	**12** Mg 1,60 Mg^{2+} 0,66	**13** Al 1,43 Al^{3+} 0,51	**14** Si^{4-} 1,98 Si 1,17 Si^{4+} 0,42	**15** P P^{3+} 0,44 P^{5+} 0,35	**16** S^{2-} 1,74 S 1,04 S^{4+} 0,37 S^{6+} 0,30	**17** Cl^{-} 1,81 Cl 1,07 Cl^{5+} 0,34 Cl^{7+} 0,27	**18** Ar 1,91		
4	**19** K 2,31 K+ 1,33	**20** Ca 1,96 Ca^{2+} 0,99	**21** Sc 1,51 Sc^{3+} 0,81	**22** Ti 1,46 Ti^{3+} 0,76 Ti^{4+} 0,68	**23** V 1,30 V^{2+} 0,88 V^{3+} 0,74 V^{4+} 0,63 V^{5+} 0,59	**24** Cr 1,25 Cr^{3+} 0,63 Cr^{6+} 0,52	**25** Mn 1,18 Mn^{2+} 0,80 Mn^{3+} 0,66 Mn^{4+} 0,60 Mn^{7+} 0,46		**26** Fe 1,24 Fe^{2+} 0,74 Fe^{3+} 0,64	**27** Co 1,25 Co^{2+} 0,72 Co^{3+} 0,63 **28** Ni 1,24 Ni^{2+} 0,69
	29 Cu 1,28 Cu+ 0,96 Cu^{2+} 0,72	**30** Zn 1,33 Zn^{2+} 0,74	**31** Ga 1,22 Ga^{3+} 0,62	**32** Ge 1,22 Ge^{2+} 0,73 Ge^{4+} 0,53	**33** As 1,25 As^{3+} 0,58 As^{5+} 0,46	**34** Se^{2-} 1,91 Se 1,16 Se^{4+} 0,50 Se^{6+} 0,42	**35** Br^{-} 1,96 Br 1,19 Br^{5+} 0,47 Br^{7+} 0,39	**36** Kr 2,01		
5	**37** Rb 2,43 Rb+ 1,47	**38** Sr 2,15 Sr^{2+} 1,12	**39** Y 1,81 Y^{3+} 0,92	**40** Zr 1,56 Zr^{4+} 0,79	**41** Nb 1,43 Nb^{4+} 0,74 Nb^{5+} 0,69	**42** Mo 1,36 Mo^{4+} 0,70 Mo^{6+} 0,62	**43** Tc Tc^{7+} 0,56		**44** Ru 1,33 Ru^{4+} 0,67	**45** Rh 1,34 Rh^{3+} 0,68 **46** Pd 1,37 Pd^{2+} 0,80 Pd^{4+} 0,65
	47 Ag 1,44 Ag+ 1,26 Ag^{2+} 0,89	**48** Cd 1,49 Cd^{2+} 0,97	**49** In 1,62 In^{3+} 0,81	**50** Sn^{4-} 2,15 Sn 1,40 Sn^{2+} 0,93 Sn^{4+} 0,71	**51** Sb 1,45 Sb^{3+} 0,76 Sb^{5+} 0,62	**52** Te^{2-} 2,11 Te 1,43 Te^{4+} 0,70 Te^{6+} 0,56	**53** J^{-} 2,20 J 1,36 J^{5+} 0,62 J^{7+} 0,50	**54** X 2,20		
6	**55** Cs 2,62 Cs+ 1,67	**56** Ba 2,17 Ba^{2+} 1,34	**57** La 1,86 *La^{3+} 1,14	**72** Hf 1,58 Hf^{4+} 0,78	**73** Ta 1,43 Ta^{5+} 0,68	**74** W 1,36 W^{4+} 0,70 W^{6+} 0,62	**75** Re Re^{4+} 0,72 Re^{7+} 0,56		**76** Os 1,35 Os^{6+} 0,69	**77** Ir 1,35 Ir^{4+} 0,68 **78** Pt 1,38 Pt^{2+} 0,80 Pt^{4+} 0,65
	79 Au 1,44 Au+ 1,37 Au^{3+} 0,85	**80** Hg 1,50 Hg^{2+} 1,10	**81** Tl 1,70 Tl+ 1,47 Tl^{3+} 0,95	**82** Pb 1,75 Pb^{2+} 1,20 Pb^{4+} 0,84	**83** Bi 1,55 Bi^{3+} 0,96 Bi^{5+} 0,74	**84** Po Po^{6+} 0,67	**85** At At^{7+} 0,62	**86** Rn		
7	**87** Fr Fr^{1+} 1,80	**88** Ra Ra^{2+} 1,43	**89** Ac**) Ac^{3+} 1,18	104 —	105 —	106 —	107 —		108 —	109 — 110 —

*) Lanthaniden: **58** Ce 1,82 Ce^{3+} 1,07 Ce^{4+} 0,94 **59** Pr 1,81 Pr^{3+} 1,06 Pr^{4+} 0,92 **60** Nd 1,80 Nd^{3+} 1,04 **61** Pm **62** Sm^{3+} 1,00 **63** Eu^{3+} 0,98 **64** Gd^{3+} 0,97 **65** Tb^{3+} 0,93 Tb^{4+} 0,81 **66** Dy^{3+} 0,92 **67** Ho^{3+} 0,91 **68** Er 1,86 Er^{3+} 0,89 **69** Tm^{3+} 0,87 **70** Yb^{3+} 0,86 **71** Lu^{3+} 0,85

) Actiniden: **90 Th 1,80 Th^{4+} 1,02 **91** Pa^{3+} 1,13 Pa^{4+} 0,98 Pa^{5+} 0,89 **92** U 1,38 U^{4+} 0,97 U^{6+} 0,80 **93** Np^{3+} 1,10 Np^{4+} 0,95 Np^{7+} 0,71 **94** Pu^{3+} 1,08 Pu^{4+} 0,93 **95** Am^{3+} 1,07 Am^{4+} 0,92

Tabelle 6. Die Ionenradien der chemischen Elemente (nach Goldschmidt, Pauling, Ahrens)

Atom-nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
89	Ac	3+	—	—	1,18
47	Ag	1+	1,13	1,26	1,26
		2+	—	—	0,89
13	Al	3+	0,57	0,50	0,51
95	Am	3+	—	—	1,07
		4+	—	—	0,92
33	As	3+	0,69	—	0,58
		5+	—	0,49	0,46
85	At	7+	—	—	0,62
79	Au	1+	—	1,37	1,37
		3+	—	—	0,85
5	B	3+	—	0,20	0,23
56	Ba	2+	1,43	1,35	1,34
4	Be	2+	0,34	0,31	0,35
83	Bi	3+	—	—	0,96
		5+	—	0,74	0,74
35	Br	1−	1,96	1,95	—
		5+	—	—	0,47
		7+	—	0,39	0,39
6	C	4+	0,2	0,15	0,16
20	Ca	2+	1,06	0,99	0,99
48	Cd	2+	1,03	0,97	0,97
58	Ce	3+	1,18	—	1,07
		4+	1,02	1,01	0,94
17	Cl	1−	1,81	1,81	—
		5+	—	—	0,34
		7+	—	0,26	0,27
27	Co	2+	0,82	0,72	0,72
		3+	0,64	—	0,63
24	Cr	2+	~0,83	—	—
		3+	0,64	—	0,63
		6+	~0,35	0,52	0,52
55	Cs	1+	1,65	1,69	1,67
29	Cu	1+	—	0,96	0,96
		2+	—	—	0,72
66	Dy	3+	1,07	—	0,92
68	Er	3+	1,04	—	0,89
63	Eu	2+	1,24	—	—
		3+	1,13	—	0,98
9	F	1−	1,33	1,36	—
		7+	—	0,07	0,08
26	Fe	2+	0,82	0,80	0,74
		3+	0,67	—	0,64
87	Fr	1+	—	—	1,80
31	Ga	3+	0,62	0,62	0,62
64	Gd	3+	1,11	—	0,97
32	Ge	2+	0,9	—	0,73
		4+	0,44	0,53	0,53
1	H	1−	1,54	2,08	—

Atom-nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
72	Hf	4+	0,84	—	0,78
80	Hg	2+	1,12	1,10	1,10
67	Ho	3+	1,05	—	0,91
49	In	3+	0,92	0,81	0,81
77	Ir	4+	0,66	0,64	0,68
53	J	1−	2,20	2,16	—
		5+	0,94	—	0,62
		7+	—	0,50	0,50
19	K	1+	1,33	1,33	1,33
57	La	3+	1,22	1,15	1,14
3	Li	1+	0,78	0,60	0,68
71	Lu	3+	0,99	—	0,85
12	Mg	2+	0,78	0,65	0,66
25	Mn	2+	0,91	0,80	0,80
		3+	0,70	—	0,66
		4+	0,52	0,50	0,60
		7+	—	0,46	0,46
42	Mo	4+	0,68	0,66	0,70
		6+	—	0,62	0,62
7	N	3+	—	—	0,16
		5+	~0,15	0,11	0,13
—	NH_4	1+	1,43	—	—
11	Na	1+	0,98	0,95	0,97
41	Nb	4+	0,69	0,67	0,74
		5+	0,69	0,70	0,69
60	Nd	3+	1,15	—	1,04
28	Ni	2+	0,78	0,69	0,69
93	Np	3+	—	—	1,10
		4+	—	—	0,95
		7+	—	—	0,71
8	O	2−	1,32	1,40	—
		6+	—	0,09	0,10
76	Os	4+	0,67	0,65	—
		6+	—	—	0,69
15	P	3+	—	—	0,44
		5+	~0,35	0,34	0,35
91	Pa	3+	—	—	1,13
		4+	—	—	0,98
		5+	—	—	0,89
82	Pb	2+	1,32	1,21	1,20
		4+	0,84	0,84	0,84
46	Pd	2+	—	—	0,80
		4+	—	—	0,65
61	Pm	3+	—	—	1,06
84	Po	6+	—	—	0,67
59	Pr	3+	1,16	—	1,06
		4+	1,00	0,92	0,92
78	Pt	2+	—	—	0,80
		4+	—	—	0,65
94	Pu	3+	—	—	1,08
		4+	—	—	0,93

Atom-nummer	Symbol	Ladung	I Goldschmidt 1926	II Pauling 1927	III Ahrens 1952
88	Ra	2+	1,52	—	1,43
37	Rb	1+	1,49	1,48	1,47
75	Re	4+		—	0,72
		7+	—	—	0,56
45	Rh	3+	—	—	0,68
44	Ru	4+	0,68	0,63	0,67
			0,65		
16	S	2−	1,74	1,84	—
		4+	—	—	0,37
		6+	0,34	0,29	0,30
51	Sb	3+	0,90	—	0,76
		5+	—	0,62	0,62
21	Sc	3+	0,83	—	0,81
34	Se	2−	1,91	1,98	—
		3+	0,83	0,81	—
		4+	—	—	0,50
		6+	~0,35	0,42	0,42
14	Si	4+	0,39	0,41	0,42
62	Sm	3+	1,13	—	1,00
50	Sn	2+	—	—	0,93
		4+	0,74	0,71	0,71
38	Sr	2+	1,27	1,13	1,12
73	Ta	5+	0,68	—	0,68
65	Tb	3+	1,09	—	0,93
		4+	0,89	—	0,81
43	Tc	7+	—	—	0,56
52	Te	2−	2,11	2,21	—
		4+	0,89	0,81	0,70
		6+	—	0,56	0,56
90	Th	4+	1,10	1,02	1,02
22	Ti	2+	0,80	—	—
		3+	0,69	—	0,76
		4+	0,64	0,68	0,68
81	Tl	1+	1,49	1,44	1,47
		3+	1,05	0,95	0,95
69	Tm	3+	1,04	—	0,87
92	U	4+	1,05	0,97	0,97
		6+	—	—	0,80
23	V	2+	0,72	—	0,88
		3+	0,65	—	0,74
		4+	0,61	0,59	0,63
		5+	0,4	0,59	0,59
74	W	4+	0,68	0,66	0,70
		6+	—	—	0,62
39	Y	3+	1,06	0,93	0,92
70	Yb	3+	1,00	—	0,86
30	Zn	2+	0,83	0,74	0,74
40	Zr	4+	0,87	0,80	0,79

B. Spezielle Kristallstrukturen

Wir kennen heute die Strukturen der meisten häufigeren Mineralien, während die selteneren – soweit nicht Isotypie oder gar Isomorphie mit den häufigeren vorliegt – in größerer Zahl strukturell unbekannt geblieben sind. Die hier vorliegende Beschreibung wichtiger Strukturtypen enthält solche Beispiele, die für das Verständnis der Kristallchemie und der darauf beruhenden Systematik der Mineralien von Bedeutung sein werden. Es wurde versucht, im folgenden für möglichst alle Verbindungen eines Strukturtypes die Formeln anzugeben, während zugehörige Mineralnamen fett gedruckt erscheinen.

I. Elemente

Kupfer Cu (W. L. Bragg 1914). O_h^5—Fm3m. $Z = 4$ mit den Atomkoordinaten 0 0 0, $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ 0, $\frac{1}{2}$ 0 $\frac{1}{2}$, 0 $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$. Es liegt eine kubisch dichteste Kugelpackung vor, in der jedes Atom kubooktaedrisch von 12 Nachbaratomen umgeben ist. Die morphologisch wichtigste Form, das Oktaeder, wird von Gitterebenen begrenzt, die am dichtesten mit Atomen besetzt sind. Im

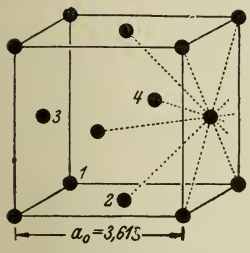


Fig. 8a. Kupfer Cu. Flächenzentriertes kubisches Elementargitter

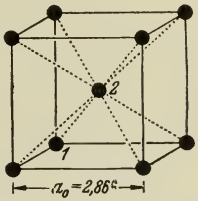


Fig. 8b. Eisen a-Fe. Innenzentriertes kubisches Elementargitter

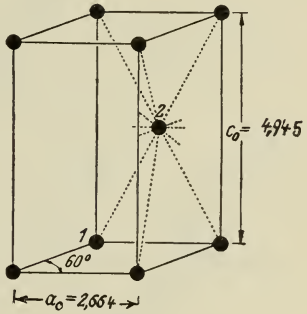


Fig. 8c. Zink Zn. Hexagonale dichteste Packung der Atome

strähnig entwickelten Silber, z. B. von Kongsberg, ist die Achse der Längserstreckung die Oktaederkante [110], welche der dichtest besetzten Gittergeraden entspricht.

Strukturen vom Kupfertypus besitzen: β-Li, Cu **(Kupfer)**, Ag **(Silber)**, Au **(Gold)**, α-Ca, Sr, Al, β-Sc, β-La, „β"-Ce, β-Pr, Yb, Pb **(Blei)**, Th, γ-Fe (906–1401° C), β-Co, β-Ni, β-Rh, Pd **(Palladium)**, Ir **(Iridium)**, Pt **(Platin)**, Ne, Ar, Kr, X; ferner **Whitneyit** (Cu, As), **Animikit** (Ag, Sb), **Kongsbergit** (Ag, Hg) und **Awaruit** (Ni, Fe).

Eisen α-Fe (A. W. Hull 1917). Kubisch. O_h^9—Im3m. $Z = 2$ mit den Atomkoordinaten 0 0 0 und $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$. Jedes Atom ist würfelig von 8 Nachbaratomen umgeben.

Als Beispiele kennt man Li, Na, K, Rb, Cs, Ba, β-Tl, Eu, β-Ti (> 880° C), β-Zr (> 840° C), V, Nb, Ta **(Tantal)**, α-Cr, Mo, α-W, α-Fe **(Eisen)**, γ-U (800° C), ferner **Nickeleisen** bzw. **Kamazit** (Fe, Ni).

Zink Zn (A. W. Hull 1917). D_{6h}^4—$P6_3/mmc$. Z = 2 mit den Atomkoordinaten 0 0 0 und $\frac{1}{3}\,\frac{2}{3}\,\frac{1}{2}$. Es liegt eine einfache hexagonal dichteste Kugelpackung vor, in der jedes Atom die Koordinationszahl 12 besitzt.

Beispiele sind H_2 (− 271° C), He, Be, Mg, γ-Ca (> 450° C), Zn **(Zink)**, Cd, α-Tl, α-Sc, Y, α-La, α-Pr (?), Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, α-Ti, α-Zr, Hf, β-N_2, Tc, Re, α-Co, Ru, Os, ferner **Osmit** (Os, Ir) und **Osmiridium** (Ir, Os).

Arsen As (A. J. Bradley 1924). Hexagonal-rhomboedrisch. D_{3d}^5—R 3m. Z = 8 für die in Fig. 9 dargestellte flächenzentrierte Zelle, welche der wichtigsten morphologischen Form, dem Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$, entspricht. Die einfachste Zelle, in Fig. 9 gestrichelt gezeichnet, entspricht dem Rhomboeder $\{02\bar{2}1\}$ und enthält 2 Atome mit den rhomboedrischen Koordinaten ± (xxx), wobei x ungefähr 0,23 ist.

Die Struktur kann aufgefaßt werden als ein primitives pseudo-kubisches Elementargitter mit der Pseudoachse „a_0" = $^1/_2 a_{rh}$ = 2,81 Å, welches nach einer trigonalen Achse „deformiert" ist. Die „Deformation" kommt dadurch zustande, daß von den sechs Nachbarn eines jeden Atoms drei stärker und drei schwächer gebunden sind. Die infolge der stärkeren Bindung enger zusammengehörigen Atome bilden Schichten parallel der hexagonalen Basis (0001) und geben somit Anlaß zu der vollkommenen Spaltbarkeit nach dieser Fläche. Die Atomabstände innerhalb der Schichten sind kleiner als diejenigen von Schicht zu Schicht; sie sind 2,51 und 3,16 Å für Arsen, 2,88 und 3,37 Å für Antimon, 3,11 und 3,48 Å für Wismut.

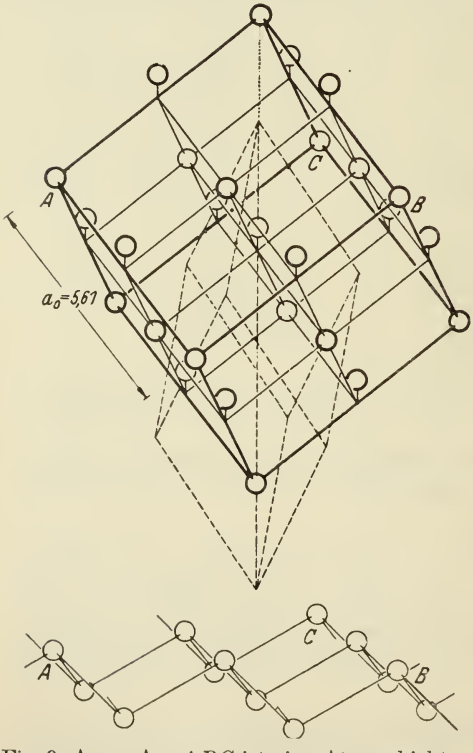


Fig. 9. Arsen As. *ABC* ist eine Atomschicht parallel der hexagonalen Basis (0001)

Zum Strukturtypus von Arsen gehören: **Arsen, Antimon, Wismut** und **Stibarsen,** letzteres, mit As : Sb = 1 : 1, besitzt möglicherweise nur trigonal-rhomboedrische Symmetrie.

Graphit C (A. W. Hull 1917). Hexagonal. D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$. Z = 4 mit den Atomkoordinaten 0 0 0, 0 0 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}\,\frac{2}{3}$ z, $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3}$ z + $\frac{1}{2}$; z ist nach C. Mauguin (1925) und anderen Autoren gleich oder sehr nahe Null, so daß die parallel der Basis (0001) liegenden Atomschichten entweder planar sind oder höch-

stens äußerst leicht gewellt sein können. Die C—C-Abstände innerhalb der Schichten entsprechen mit 1,42 Å den innermolekularen C—C-Abständen der aromatischen Verbindungen, die C—C-Abstände von Schicht zu Schicht sind mit 3,44 Å den C—C-Abständen ähnlich, die in allen organischen Verbindungen von Molekül zu Molekül bestehen. Im Graphit herrschen sehr starke Bindungen innerhalb der Schichten, nur relativ schwache Bindungen wohl metallischer Art von Schicht zu Schicht. Dies hat zur Folge, daß die Kristalle vorzugsweise planar entwickelt sind und eine sehr vollkommene Spaltbarkeit und Translationsfähigkeit nach (0001) besitzen.

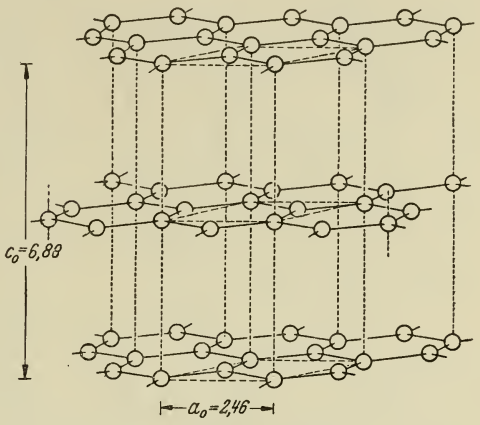


Fig. 10. Graphit, α-C. Man beachte die Sechserringe, aus denen jede Schicht aufgebaut ist, sowie die relativ großen Abstände von Schicht zu Schicht

In neuerer Zeit ist eine Strukturvariante von Graphit, Graphit-3R, festgestellt worden, die sich vom bisher bekannten Graphit-2H dadurch unterscheidet, daß die Schichtfolge nicht 121212, sondern 123123123 ist, wodurch ein rhomboedrisches Translationsgitter und die Symmetrie D_{3d}^5 —R3m resultieren.

Ein weiteres Beispiel mit Graphitstruktur ist nicht bekannt; ähnliche Struktur besitzt Bornitrid BN.

Diamant C (W. H. und W. L. Bragg 1913). Kubisch. O_h^7 — Fd3m. Z =8, mit den Atomkoordinaten 0 0 0, 0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ 0 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 0, $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$. Jedes Atom ist von 4 Nachbaratomen tetraedrisch umgeben; die C—C-Abstände betragen 1,54 Å und entsprechen den durchschnittlichen innermolekularen C—C-Abständen der aliphatischen Verbindungen. Die morphologisch wichtigste Form, das Oktaeder, ist von dichtest besetzten Gitterebenen begrenzt; die vollkommene Spaltbarkeit nach dem Oktaeder verläuft senkrecht zu den pro Flächeneinheit zahlenmäßig geringsten Bindungen.

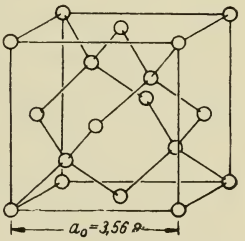


Fig. 11. Diamant, β-C. Flächenzentriertes kubisches Gitter

Als Beispiele für den Diamanttypus kennt man β-C **(Diamant)**, Si, Ge und α-Sn (grau).

Schwefel α-S (E. E. Warren und J. T. Burwell 1935). Rhombisch. D_{2h}^{24} — Fddd. Die Elementarzelle enthält 16 ringförmige Moleküle S_8, welche in den Richtungen [110] und [1$\bar{1}$0], den morphologisch wichtigsten Zonen der Schwefelkristalle, geldrollenähnlich aneinandergereiht sind. Die Abstände S—S in einem Molekül betragen etwa 2,1 Å, die kürzesten

Abstände zweier benachbarter Moleküle 3,3 Å. — Ein weiteres Beispiel ist außer dem rhombischen Schwefel nicht bekannt.

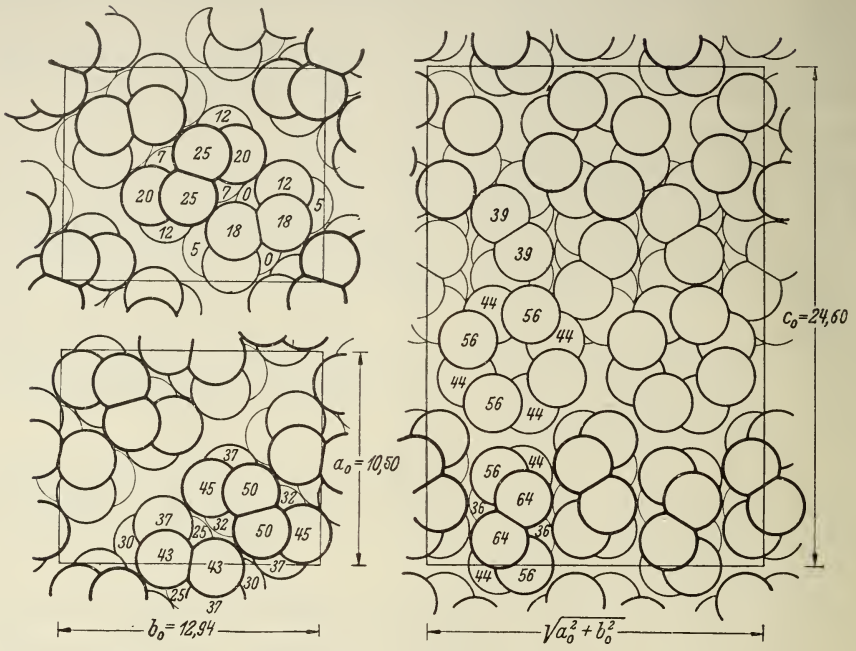


Fig. 12. Rhombischer Schwefel.
a) Projektionen auf die Basis (001). b) Projektion auf die Diagonalfläche (110)

Es ist wahrscheinlich, daß der monokline β-Schwefel ebenfalls aus ringförmigen S_8-Molekülen, jedoch in anderer Anordnung, aufgebaut ist. Der β-Schwefel schmilzt bei 119,2° C zu einer leichtbeweglichen, aus S_8-Molekülen bestehenden Flüssigkeit; diese färbt sich oberhalb 160° C braun und wird zunehmend zähflüssiger, bei 220° C dunkelbraun und ganz zäh wie Harz, bei 400° C wieder dünnflüssig bis zum Siedepunkt bei 444,6° C. Die Viskosität oberhalb 160° C kommt dadurch zustande, daß die Ringe aufbrechen und sich in eine wirre Masse langer Ketten verwandeln, wie sie K. H. Meyer (1934) im gedehnten viskosen Schwefel röntgenographisch nachweisen konnte. Bei höherer Temperatur entstehen kürzere Bruchstücke.

II. Sulfide

Zinkblende ZnS (W. L. Bragg 1913). Kubisch. $T_d^2 - F\,43m$. $Z = 4$ mit den Koordinaten 0 0 0, $0\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,0\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0$ für Zn, $\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}$ für S. Jedes Zn ist tetraedrisch von 4 S, jedes S tetraedrisch von 4 Zn umgeben.

Die Struktur entsteht aus dem Diamantgitter durch den Ersatz von 2 C durch Zn + S.

Beispiele für den Zinkblendetypus: BeS, β-MnS, α-ZnS **(Zinkblende)**, α-CdS **(Hawleyit)**, HgS **(Metacinnabarit)**, BeSe, β-MnSe, ZnSe **(Stilleit)**, CdSe, HgSe **(Tiemannit)**, BeTe, ZnTe, CdTe, HgTe **(Coloradoit)**, AlP, GaP, InP, AlAs, GaAs, In As, AlSb, GaSb, InSb, SnSb, CSi, CuF, CuCl **(Nantokit)**, CuBr, α-CuJ **(Marshit)**, AgJ, ZnO (?).

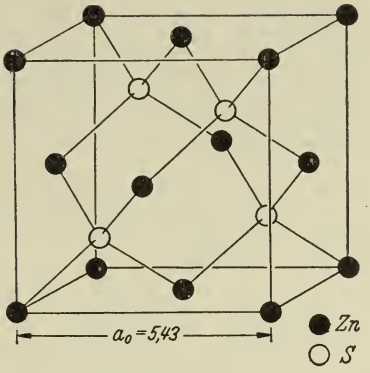


Fig. 13. Zinkblende ZnS. Flächenzentriertes kubisches Gitter

Kupferkies, Chalkopyrit $CuFeS_2$ (L. Pauling und L. O. Brockway 1932). Tetragonal. $D_{2d}^{12} - I\bar{4}2d$. $Z = 4$. Die Struktur entsteht aus dem Zinkblendegitter durch Verdoppelung von c_0 und Ersatz von 2Zn durch Cu + Fe. Dabei bleibt die Meroedrie der Zinkblende in der skalenoedrischen Symmetrie des Kupferkieses erhalten. Diese enge Strukturverwandtschaft verursacht die für die Erzaufbereitung besonders unangenehmen orientierten Verwachsungen von Kupferkies und Zinkblende.

Beispiele sind **Kupferkies** $CuFeS_2$ und **Zinnkies (Stannin)** Cu_2FeSnS_4; letzterer besitzt bei analogem Bautypus die Struktursymmetrie $D_{2d}^{11} - I\bar{4}2m$.

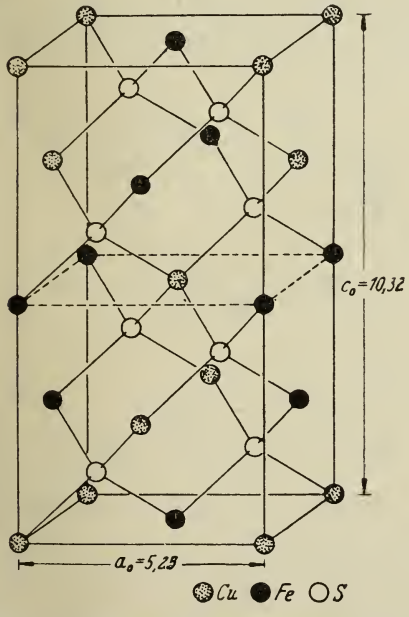


Fig. 14. Kupferkies, Chalkopyrit $CuFeS_2$. Vgl. Fig. 13

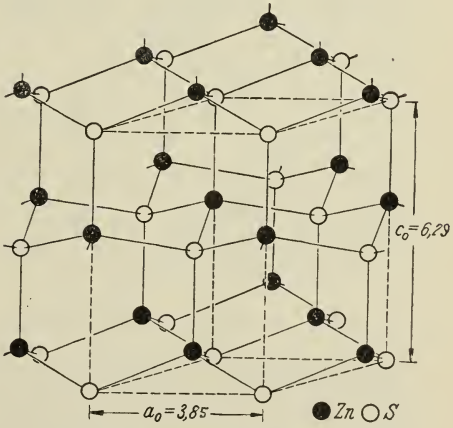


Fig. 15. Wurtzit. Hexagonales ZnS

Wurtzit ZnS (W. L. Bragg 1920). Hexagonal. $C_{6v}^4 - P6_3mc$. $Z = 2$ mit den Atomkoordinaten $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3}$ z und 0 0 z + $\frac{1}{2}$ mit $z \sim \frac{1}{8}$ für Zn und 0 0 0, $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3}\,\frac{1}{2}$ für S. Die Koordinationsverhältnisse sind die gleichen wie in der Zinkblende: Zn ist von 4 S, S von 4 Zn tetraedrisch umgeben; die Unterschiede der Konfigurationen sind aus Fig. 16 ersichtlich.

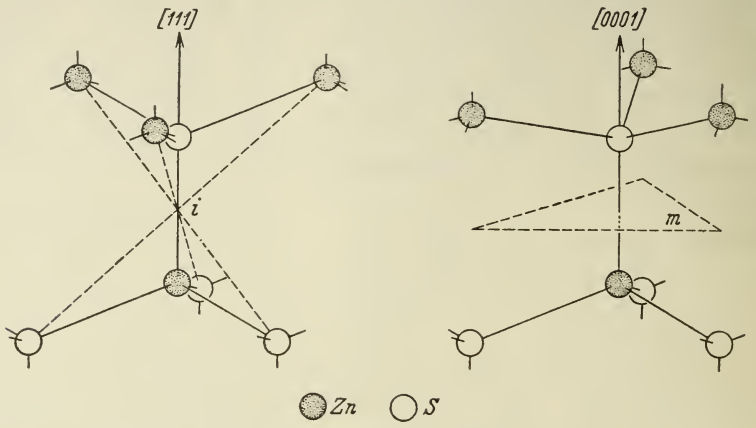


Fig. 16. a) Zinkblende; b) Wurtzit.
Die ZnS-Tetraeder sind nach [111] bzw. [0001] einheitlich orientiert und führen zur polaren Symmetrie dieser Richtungen. Unter der Voraussetzung, daß Zn und S gleichartige Atome wären, erhielte man für a) Zentrosymmetrie, für b) Spiegelsymmetrie (i = Symmetriezentrum, m = Spiegelebene)

Strukturen vom Wurtzittypus besitzen: γ-MnS, β-ZnS **(Wurtzit)**, β-CdS **(Greenockit)**, γ-MnSe, CdSe, MgTe, NH_4F, AgJ **(Jodargyrit)**, BeO **(Bromellit)**, ZnO **(Zinkit)**, CrO, AlN, GaN, InN, NbC, CsH.

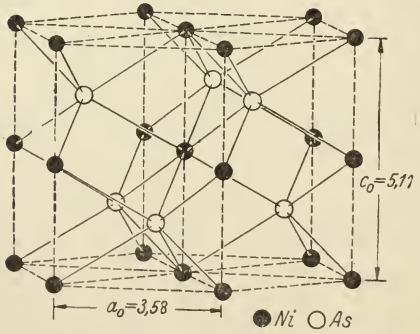


Fig. 17. Rotnickelkies NiAs

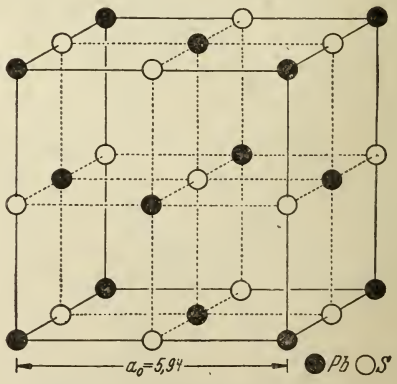


Fig. 18. Bleiglanz, Galenit PbS

Rotnickelkies, Nickelin NiAs (G. Aminoff 1923). Hexagonal. D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$. $Z = 2$ mit den Atomkoordinaten 0 0 0, 0 0 $\frac{1}{2}$ für Ni und $\frac{1}{3}\,\frac{2}{3}$ z, $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3}$ z + $\frac{1}{2}$ für As (mit $z \approx \frac{1}{4}$). Jedes As ist von 6 Ni, jedes Ni von 6 As + 2 Ni

umgeben. Der im gleichen Strukturtypus kristallisierende Magnetkies (Pyrrhotin) hat die Zusammensetzung FeS bis Fe_6S_7. Nach F. Laves (1930) ist der Schwefelüberschuß nur ein scheinbarer, in Wirklichkeit ist es einfach so, daß ein Teil der Metallpositionen gelegentlich unbesetzt bleiben kann.

Es sind folgende Beispiele bekannt: FeS **(Magnetkies, Pyrrhotin)**, γ-CoS **(Jaipurit)**, γ-NiS, VS, FeSe **(Achavalit)**, CoSe, NiSe, VSe, CoTe, NiTe,

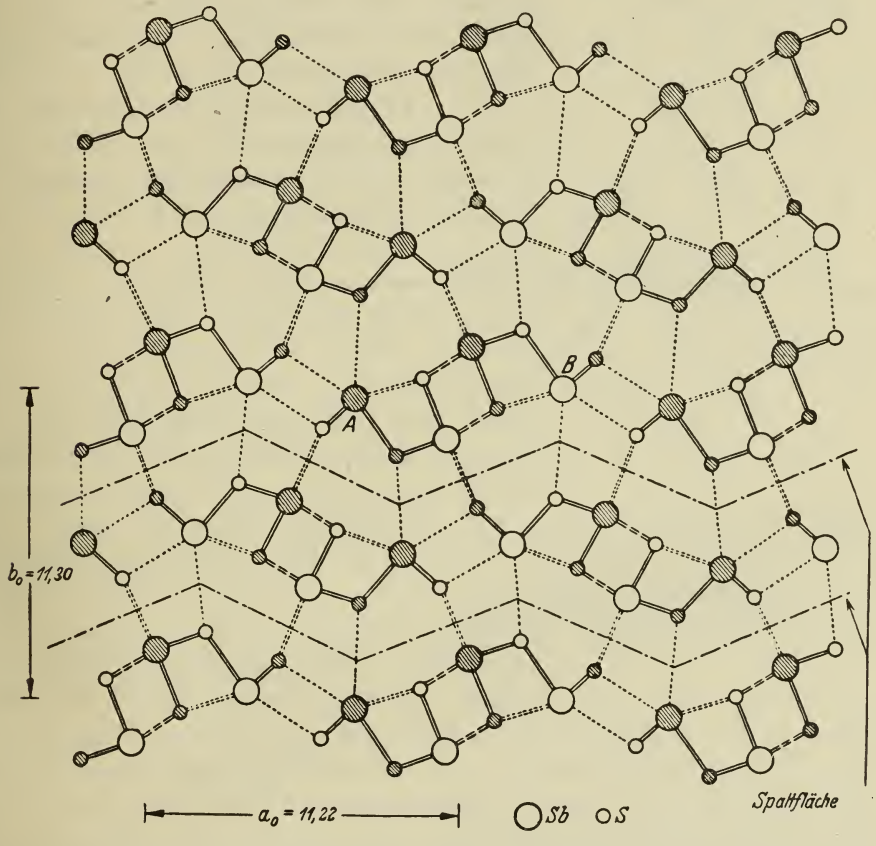


Fig. 19. Antimonglanz Sb_2S_3. Projektion auf c (001). Der Bereich AB ist in Fig. 20 nochmals gezeichnet

NiAs **(Rotnickelkies, Nickelin)**, FeSb, CoSb, NiSb **(Breithauptit)**, CrSb, MnSb, MnBi.

Bleiglanz, Galenit PbS (= Steinsalztypus, W. L. Bragg 1914). Kubisch. O_h^5—Fm3m. Z = 4 mit den Atomkoordinaten 0 0 0, 0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ 0 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 0 für Pb und $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$, 0 0 $\frac{1}{2}$, 0 $\frac{1}{2}$ 0, $\frac{1}{2}$ 0 0 für S. Jedes Pb ist von 6 S, jedes S von 6 Pb oktaedrisch umgeben. Die morphologisch wichtigste Form, der Würfel, ist von dichtest besetzten Gitterebenen begrenzt. Die sehr vollkommene würfelige

Spaltbarkeit verläuft eigenartigerweise senkrecht zu den pro Flächeneinheit zahlenmäßig dichtesten Bindungen.

Beispiele: LiF, LiCl, LiBr, LiJ, NaF **(Villiaumit)**, NaCl **(Steinsalz, Halit)**, NaBr, NaJ, KF **(Carobbiit)**, KCl **(Sylvin)**, KBr, KJ, RbF, RbCl (> 190°C), RbBr, RbJ, CsF, β-CsCl (> 460° C), NH_4Cl (> 184,3° C), NH_4Br (> 137,8°C), NH_4J (> −17,6° C), AgF, AgCl **(Chlorargyrit)**, AgBr **(Bromargyrit)**, MgO **(Periklas)**, FeO („**Wüstit**"), CoO, NiO **(Bunsenit)**, MnO **(Manganosit)**, CdO **(Monteponit)**, CaO, SrO, BaO, MgS, α-MnS **(Alabandin)**, CaS **(Oldhamit)**, SrS, BaS, PbS **(Bleiglanz, Galenit)**, EuS, β-NaHS, β-KHS, β-RbHS, MgSe, MnSe, CaSe, SrSe BaSe, PbSe **(Clausthalit)**, EuSe, YbSe, CaTe, SrTe, BaTe, PbTe **(Altait)**, SnTe, EuTe, YbTe, ScN, TiN **(Osbornit)**, ZrN, VN, NbN, TiC, ZrC, HfC, VC, NbC, TaC, LiH.

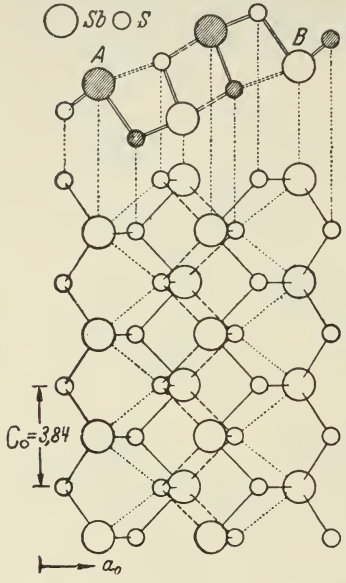


Fig. 20. Antimonglanz, Stibnit. Projektion auf die Fläche (010); für den oberen, mit *A B* bezeichneten Teil ist die Projektionsebene (001) wie in Fig. 19. Die Ketten $(Sb_2S_3)_\infty$ verlaufen parallel c_0

Antimonglanz, Stibnit Sb_2S_3 (W. Hofmann 1933). Rhombisch. D_{2h}^{16} — Pbnm. Z = 4. Die Struktur besteht aus Doppelketten von der Formel $(Sb_2S_3)_\infty$, welche parallel der Längsachse c [001] der meist stengeligen bis nadelförmigen Kristalle verlaufen. Die Doppelketten sind in den Fig. 19 und 20 stärker ausgezogen, in Fig. 19 blickt man von oben darauf, in Fig. 20 verlaufen sie von unten nach oben. Die Sb-Atome besitzen eine ziemlich unregelmäßige Koordination von 7 S-Atomen, immerhin bilden 3 S-Atome in den Baugruppen SbS_3 eine ziemlich gleichmäßige dreiseitige Umgebung. Die Sb-S-Abstände in den Ketten sind 2,38—2,67 Å, von Kette zu Kette 3,16—4,99 Å, die Bindung innerhalb der Ketten ist sehr stark, von Kette zu Kette relativ schwach. Bei der Spaltung nach der Fläche (010) werden offensichtlich nur die schwächsten und pro Flächeneinheit zahlenmäßig geringsten Bindungen getrennt (Fig. 19). — Beispiele sind Sb_2S_3 **(Antimonglanz, Stibnit)**, Sb_2Se_3 und Bi_2S_3 **(Wismutglanz, Bismuthin)**.

Pyrit FeS_2 (W. L. Bragg 1913). Kubisch. T_h^6 — Pa3. Z = 4. Die Struktur entsteht aus dem Bleiglanztypus durch Ersatz von Pb durch Fe und von S durch in sich molekülartig gebundenes S_2, dessen Achse parallel den dreizähligen Achsen verläuft (Fig. 21). Auf diese Weise sind sämtliche Spiegelebenen der Bleiglanzstruktur verschwunden, erhalten bleiben allein Gleitspiegelebenen (100) mit der Gleitkomponente $^1/_2a_0$; diese liegen derart, daß sie die Kanten der Elementarzelle in $^1/_4$ und $^3/_4$ schneiden. Diese Gleit-

spiegelebenen machen sich naturgemäß in der äußeren Gestalt der Kristalle als Spiegelebenen bemerkbar.

Beispiele sind MnS_2 **(Hauerit),** $MnSe_2$, $MnTe_2$, FeS_2 **(Pyrit),** CoS_2 **(Cattierit),** $CoSe_2$ **(Trogtalit),** CoAsS **(Cobaltin),** NiS_2 **(Vaesit),** $NiSe_2$, NiAsS **(Gersdorffit),** RuS_2 **(Laurit),** $RuSe_2$, $RuTe_2$, OsS_2, $OsSe_2$, $OsTe_2$, RhS_2, $PdAs_2$, $PdSb_2$, PtP_2, $PtAs_2$ **(Sperrylith),** $PtSb_2$, $PtBi_2$, $AuSb_2$ **(Aurostibit).** Zum Strukturtypus von Pyrit gehören auch Kohlensäure CO_2 und N_2O.

Molybdänglanz, Molybdänit MoS_2 (R. G. Dickinson und L. Pauling 1923). Hexagonal. D^4_{6h} — $P6_3/mmc$. $Z = 2$ mit den Atomkoordinaten $\frac{1}{3}\,\frac{2}{3}\,0$, $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3}\,\frac{1}{2}$ für Mo und $\frac{1}{3}\,\frac{2}{3} \pm z$, $\frac{2}{3}\,\frac{1}{3} \pm z$ für S (mit $z \sim \frac{3}{8} \sim 0{,}38$). Es liegt eine Schichtstruktur vor, in welcher die

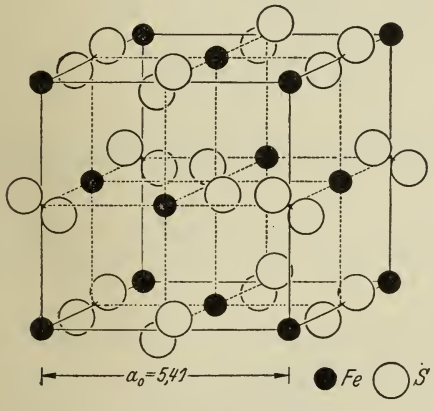


Fig. 21. Pyrit FeS_2

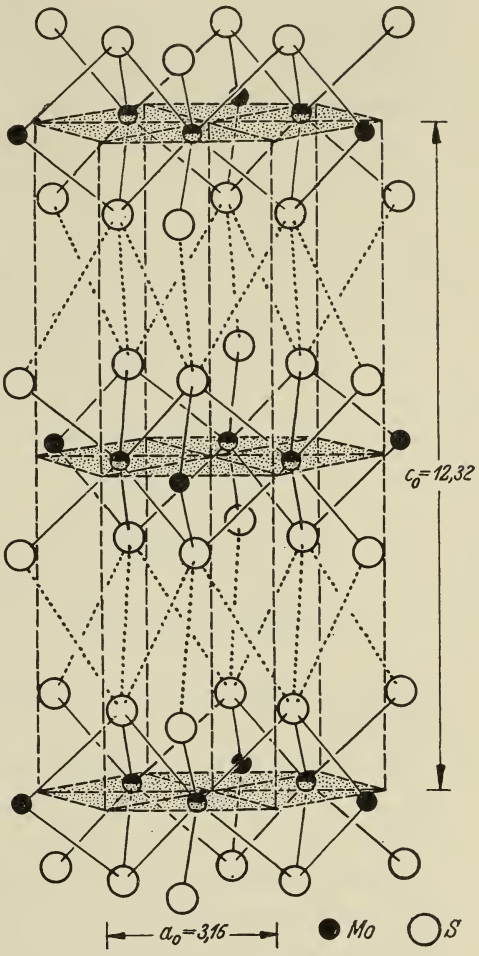


Fig. 22. Molybdänglanz, Molybdänit MoS_2. Die van der Waalsschen Kräfte von Schicht zu Schicht sind durch punktierte Linien angedeutet

parallel der hexagonalen Basis verlaufenden Schichten in sich valenzmäßig abgesättigt sind und mit den Nachbarschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Die Struktur ist aus Fig. 22 ersichtlich; Mo besitzt gegenüber S die Koordinationszahl 6, S ist hingegen nur an drei Mo gebunden. Als Folge der charakteristischen Struktureigenschaften sind die Kristalle von Molybdänglanz vorzugsweise blättchenförmig nach der Basis entwickelt und danach sehr vollkommen spaltbar.

Als Beispiel für diesen Strukturtypus kennt man außer **Molybdänglanz** MoS_2 auch **Tungstenit** WS_2.

III. Halogenide

Nantokit CuCl ist isotyp mit Zinkblende ZnS.

Jodargyrit AgJ ist isotyp mit Wurtzit ZnS.

Steinsalz, Halit NaCl ist isotyp mit Bleiglanz PbS.

Salmiak NH_4Cl (= Cäsiumchloridtypus, R. W. G. Wyckoff 1921). Kubisch. O_h^1 — Pm3m. Z = 1 mit den Koordinaten 0 0 0 für Cl und $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}$ für

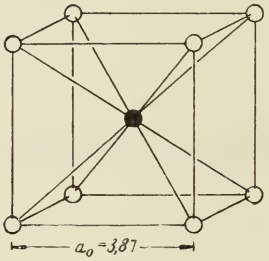


Fig. 23. Salmiak NH_4Cl. Primitives kubisches Gitter

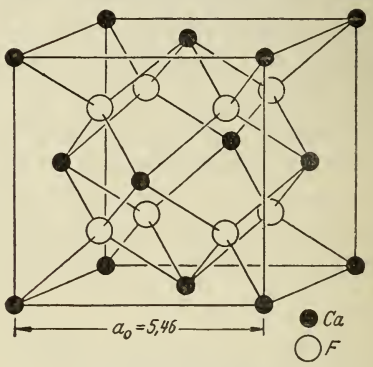


Fig. 24. Fluorit CaF_2

NH_4. Die NH_4-Ionen sind von 8 Cl, die Cl-Ionen von 8 NH_4 würfelförmig umgeben.

Beispiele sind CsCl, CsBr, CsJ, NH_4Cl (<184,3°C), NH_4Br (< 137,8°C), NH_4J (< —17,6° C), TlCl, TlBr, TlJ, TlSb, TlBi, CuZn, AgZn, AuZn, CuPd, NiAl, NdAl, CoBe, PdBe.

Fluorit, Flußspat CaF_2 (W. L. Bragg 1914). Kubisch. O_h^5 — Fm3m. Z = 4 mit den Koordinaten 0 0 0, $0\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,0\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0$ für Ca und $\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}\,\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}\,\frac{3}{4}$ für F. Ca ist würfelförmig von 8 F, F tetraedrisch von 4 Ca umgeben. Der Strukturtypus entsteht aus dem Pyritgitter dadurch, daß die S-Atome der S_2-Gruppen längs der dreizähligen Achsen bis zur Mitte der Zelloktanten auseinandergleiten. — Die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach dem Oktaeder verläuft parallel zu einander unmittelbar benachbarten F-Ebenen.

Beispiele für Strukturen vom Fluorittypus sind: CaF_2 **(Fluorit)**, SrF_2, $SrCl_2$, BaF_2, RaF_2, CdF_2, CuF_2, HgF_2, PbF_2, EuF_2, CeO_2, PrO_2, TbO_2, ZrO_2, HfO_2, ThO_2, (Th, U)O_2 **(Thorianit)**, (U,Th)O_2 **(Uraninit)**, UO_2, NpO_2, PuO_2, AmO_2, CrH_2; eine sog. Antifluoritstruktur mit vertauschten Metall- und Nichtmetallpositionen besitzen Li_2O, Li_2S, Li_2Se, Li_2Te, Na_2O, Na_2S, Na_2Se, Na_2Te, K_2O, K_2S, K_2Se, K_2Te, Rb_2O, Rb_2S, Mg_2Ge, Mg_2Si, Mg_2Sn.

Mg_2Pb, Al_2Pt, Al_2Au, Ga_2Pt, Ga_2Au, In_2Pt, In_2Au, Sn_2Ir, Sn_2Pt, Rh_2P, Ir_2P, Be_2C.

Hieratit K_2SiF_6 (= K_2PtCl_6-Typus, R. W. G. Wyckoff und E. Posnjak 1921). Kubisch. $O_h^5 - Fm3m$. $Z = 4$ mit den Koordinaten $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ usw. für K. 0 0 0, $0\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,0\,\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0$ für Si, $0\,0 \pm x$, $0 \pm x\,0$, $\pm x\,0\,0$, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{2} \pm x$, $\frac{1}{2} \pm x\,\frac{1}{2}$ usw. für F (mit $x \approx \frac{1}{4}$). Das Gitter läßt sich betrachten als Flußspättypus, in welchem das F durch K und das Ca durch SiF_6 ersetzt sind.

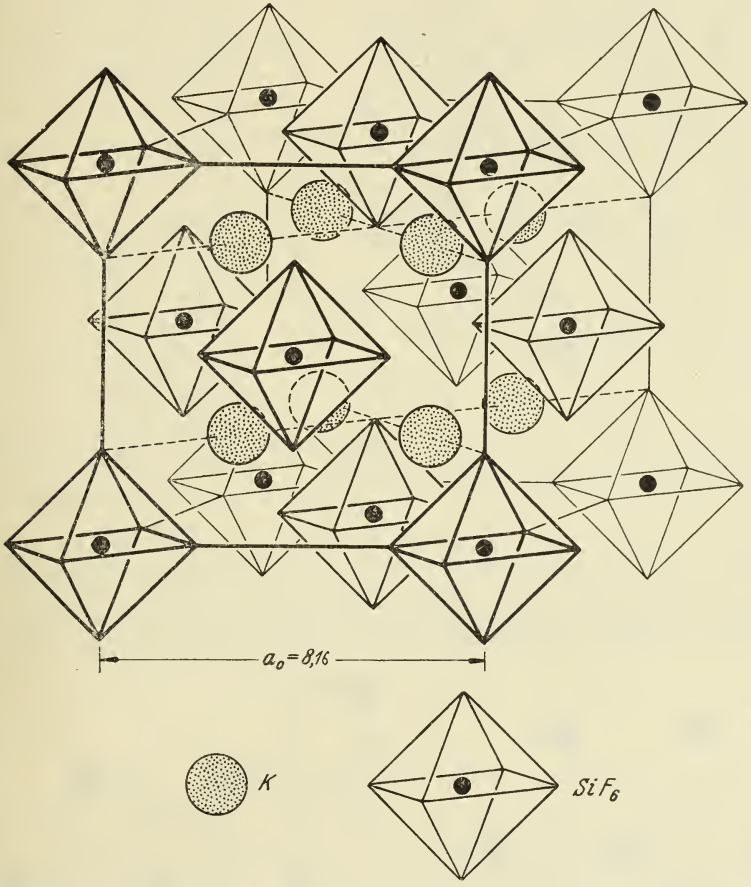


Fig. 25. Hieratit $K_2[SiF_6]$. Die Struktur ist ein flächenzentrierter Würfel mit oktaedrischen Baugruppen SiF_6

Unter der Voraussetzung, daß x gleich $\frac{1}{4}$ ist, sind die K-Ionen genau kuboktaedrisch von 12 F umgeben.

Strukturen vom Hieratittypus besitzen K_2SiF_6 **(Hieratit),** $(NH_4)_2SiF_6$ **(Kryptohalit),** Cs_2GeF_6, K_2SnCl_6, $(NH_4)_2SnCl_6$, Rb_2SnJ_6, Cs_2SnJ_6, $(NH_4)_2PbCl_6$, K_2PtCl_6, $(NH_4)_2PtCl_6$, Rb_2PtCl_6, Cs_2PtCl_6, Rb_2PdCl_6, $Cl_2Ni(NH_3)_6$, $Br_2Ni(NH_3)_6$, $J_2Ni(NH_3)_6$, $Cl_2Co(NH_3)_6$, $J_2Co(NH_3)_6$, $SO_4JCo(NH_3)_6$, $SO_4BrCo(NH_3)_6$, $SeO_4JCo(NH_3)_6$ und viele weitere.

IV. Oxyde

Cuprit Cu_2O (W. L. Bragg 1916). Kubisch. O_h^4 — Pn3m. Z = 2 mit 0 0 0 und $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ für O, $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$ für Cu. Cu hat gegenüber O die Koordinationszahl 2, O gegenüber Cu die Koordinationszahl 4. Als Beispiele kennt man Cuprit Cu_2O und synthetisches Ag_2O.

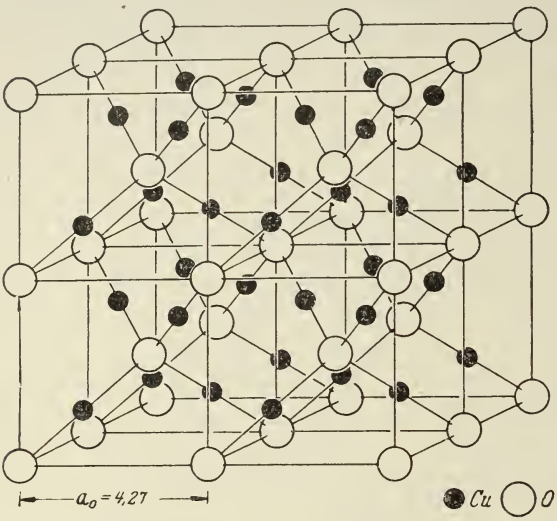


Fig. 26. Cuprit Cu_2O. Es sind 8 Elementarzellen gezeichnet. Jede Zelle enthält vier Cu und zwei O

Bromellit BeO ist isotyp mit Wurtzit ZnS.

Periklas MgO ist isotyp mit Bleiglanz PbS.

Korund Al_2O_3 (L. Pauling und S. B. Hendricks 1925). Hexagonal-rhomboedrisch. D_{3d}^6 — R3c. Die kleinste hexagonale Zelle (Fig. 27) enthält $6\,Al_2O_3$, die kleinste rhomboedrische Zelle $\{40\bar{4}1\}$ enthält $2\,Al_2O_3$. Die Struktur besteht aus einer hexagonal dichtesten Sauerstoffpackung, deren oktaedrische Koordinationszentren zu $^2/_3$ von Al besetzt sind.

Beispiele sind α-Al_2O_3 **(Korund),** α-Fe_2O_3 **(Haematit),** Cr_2O_3, Ti_2O_3, V_2O_3, α-Ga_2O_3 und Rh_2O_3; geringere Symmetrie, ohne Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente $c_0/2$, besitzen $MgTiO_3$ **(Geikielith),** $FeTiO_3$ **(Ilmenit)** und $MnTiO_3$ **(Pyrophanit).**

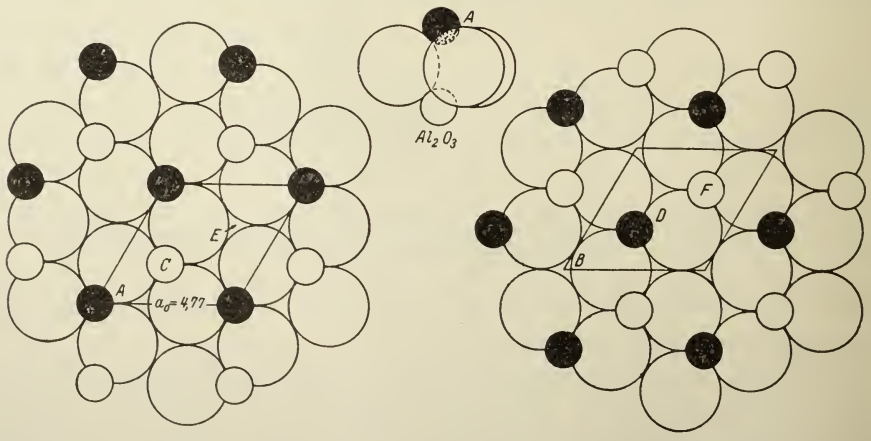


Fig. 27. Korund Al_2O_3. Projektion auf (0001). In der hexagonalen Zelle (mit $a_0 = 4{,}77$ Å $c_0 = 13{,}04$ Å) folgen sechs O—Al-Schichten derart übereinander, daß $ABCDEF$ auf einer Geraden [0001] liegen. Die hier gezeichnete Struktur ist etwas idealisiert

Perowskit $CaTiO_3$ (T. Barth 1925, O. Zedlitz 1939). Monoklin-pseudokubisch bis kubisch (vgl. Systematik IV. C. 5). Der in Fig. 28 gezeichnete Oktant der Elementarzelle enthält $1CaTiO_3$. Die maximale Deformation gegenüber der kubischen Symmetrie kann nur äußerst geringfügig sein; im Idealfall, z. B. bei Dysanalyt, ist Ca genau kubooktaedrisch von 12 O, Ti oktaedrisch von 6 O umgeben. Nach (100) ist eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit vorhanden.

Als Beispiele sind $CaTiO_3$ **(Perowskit)** und (Ca, Ce, Na) (Ti, Fe, Nb)O_3 **(Dysanalyt)** bekannt.

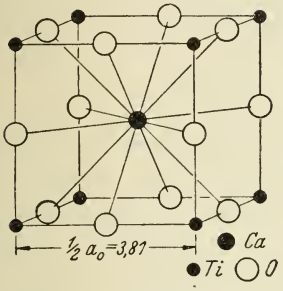


Fig. 28. Perowskit $CaTiO_3$. Es ist nur $^1/_8$ der Elementarzelle gezeichnet

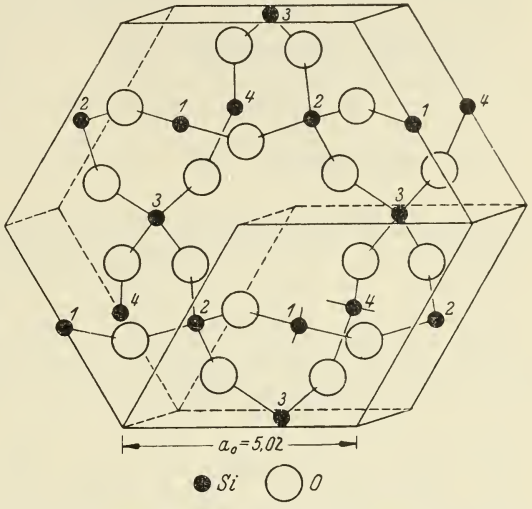


Fig. 29. Hochquarz SiO_2. Die linksläufige Schraubung 1—2—3—4 der Si-Teilchen ist deutlich erkennbar

Ebenfalls Perowskitstruktur besitzen die Nichtmineralien KJO_3, $RbJO_3$, $CsJO_3$, $KNbO_3$, $SrTiO_3$, $BaTiO_3$, $CdTiO_3$, $CaZrO_3$, $SrZrO_3$, $CaSnO_3$, $YAlO_3$, $LaAlO_3$, $LaGaO_3$, $KMgF_3$, $KZnF_3$, $KNiF_3$, $CsCdCl_3$, $CsHgCl_3$ u. a.

Vom $BaTiO_3$ gibt es auch eine hexagonale Modifikation (Burbank & H. T. Evans, Acta Cryst. **1**. 1948. 330).

SiO_2

In den kristallinen SiO_2-Modifikationen ist Si stets tetraedrisch von 4 O umgeben. Jedes O-Teilchen gehört gleichzeitig 2 Tetraedern an, wodurch dreidimensional unendliche Fachwerk- oder Gerüststrukturen zustande kommen (Fig. 29, 31, 32). Die Sauerstoffteilchen sind ziemlich locker gepackt; die Strukturen besitzen Hohlräume, welche im Quarz relativ klein, im Tridymit und Cristobalit relativ groß sind. Diese Auflockerung verursacht die bekannte, aus folgender Tabelle ersichtliche Abnahme der Dichte und der Brechungsindizes.

	Dichte	Brechungsindizes (D-Linie)		
Quarz	2,655	$\omega = 1{,}544$	$\varepsilon = 1{,}553$	
Tridymit	2,27	$\alpha = 1{,}469$	$\beta = 1{,}47$	$\gamma = 1{,}473$
Cristobalit	2,30	$\omega = 1{,}487$	$\varepsilon = 1{,}484$	
Quarzglas	2,204	$n = 1{,}459$		

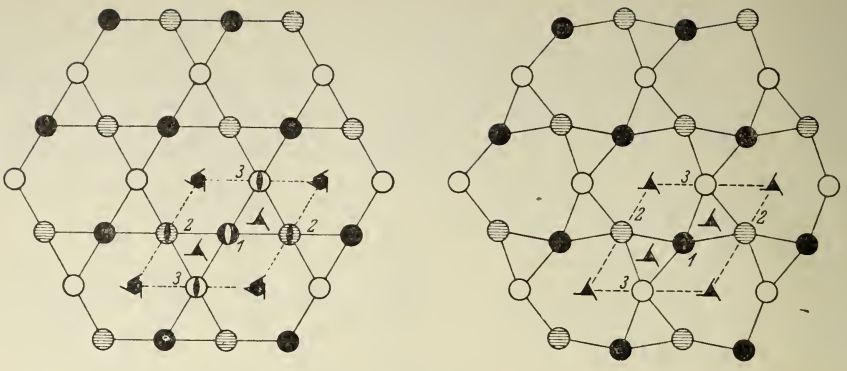


Fig. 30. Linksquarz. Hoch- und Tieftemperaturmodifikation.
Es sind allein die Si-Teilchen gezeichnet, und zwar in der Projektion auf die hexagonale Basis (0001)

Hochquarz (W. H. Bragg und R. E. Gibbs 1925). Hexagonal. $D_6^4 - P6_222$ und die dazu enantiomorphe Raumgruppe $D_6^5 - P6_422$. $Z = 3$. Struktur und Struktursymmetrie sind aus den Fig. 29 und 30a ersichtlich. Die Abstände Si—O wurden von verschiedenen Autoren zu 1,59 und 1,62 Å bestimmt.

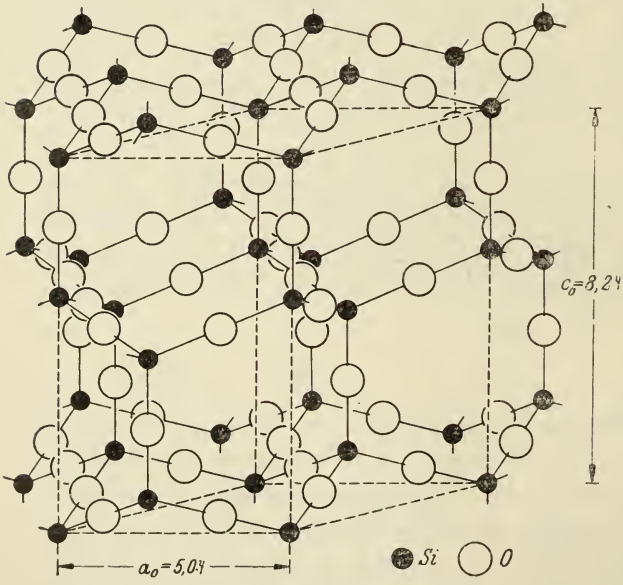


Fig. 31. Hochtridymit SiO_2. Die Baugruppen Si_2O_7 sind spiegelsymmetrisch

Der strukturelle Übergang von Hochquarz zu **Quarz** (bei 575° C) beruht lediglich auf einer Einwinkelung der Si—O—Si-Bindungsrichtungen; dieser verursacht die bekannte Abnahme der Symmetrie von der hexagonal- zur trigonal-trapezoedrischen Klasse (vgl. Fig. 30). — Der Aufbau nach Schraubenachsen von einheitlichem Schraubungssinn ist die Ursache für die bekannte Drehung der Polarisationsebene des Lichtes.

Als Beispiele der Hochtemperaturform sind Hochquarz und synthetisches $AlPO_4$ bekannt; mit der Tieftemperaturform sind GeO_2, BeF_2 (?), $AlPO_4$ **(Berlinit)**, $AlAsO_4$, $GaPO_4$, $GaAsO_4$, $FePO_4$ und $MnPO_4$ isotyp.

Hochtridymit (R. E. Gibbs 1927). Hexagonal. $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ (oder $D_{3h}^4 - P\bar{6}2c$?). $Z = 4$. Die von Gibbs mitgeteilte Struktur, ersichtlich aus Fig. 31, ist in ihren Hauptzügen korrekt, bedarf aber noch einer genaueren Festlegung der Atomkoordinaten.

Der Übergang von Hochtridymit zu Tridymit (mit rhombisch-pseudohexagonaler Symmetrie, bei 130° C) muß ähnlich der Modifikationsänderung von Quarz durch eine Abwinkelung der Si—O—Si-Bindungsrichtungen verursacht sein. Die Struktur von Tridymit ist kompliziert und in ihren Einzelheiten noch nicht bestimmt (vgl. IV. D. 1 der Systematik).

Als Beispiele kennt man außer **Hochtridymit** und **Tridymit** auch $AlPO_4$ in beiden Modifikationen.

Hochcristobalit (R. W. G. Wyckoff 1925, T. Barth 1932). Kubisch. $O_h^7 - Fd3m$ (oder $T^4 - P2_13$?). $Z = 8$. Die von Wyckoff angegebene Struktur (Fig. 32) ist in den Hauptzügen richtig, bedarf aber ebenso wie Hochtridymit noch einer genaueren Bestimmung der Atomkoordinaten.

Für den Übergang von Hochcristobalit zu Cristobalit (tetragonal oder pseudotetragonal, bei Temperaturen zwischen 180 und 270° C) wird ebenso wie bei Quarz und Tridymit eine Veränderung der Bindungsrichtungen Si—O—Si verantwortlich sein.

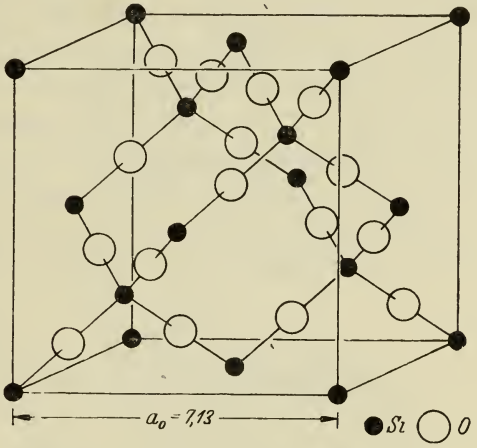


Fig. 32. Hochcristobalit SiO_2. Die Baugruppen Si_2O_7 sind im Gegensatz zu Hochtridymit zentrosymmetrisch

Als Beispiele für den Strukturtypus von Cristobalit bzw. Hochcristobalit kennt man außerdem die synthetischen Verbindungen $AlPO_4$, $AlAsO_4$, BPO_4, $BAsO_4$, $MnPO_4$, $GaPO_4$ und $BeSO_4$.

TiO_2

In den drei Modifikationen Rutil, Anatas und Brookit ist Ti stets oktaedrisch von 6 O umgeben, Ti hat gegenüber O die Koordinationszahl 6, O gegenüber Ti die Koordinationszahl 3. Die Bindung zweier Oktaeder erfolgt entweder nach einer gemeinsamen Oktaederkante, wobei zwei O gleichzeitig zu beiden Oktaedern gehören, oder nach einer Oktaederecke, wobei nur ein O gleichzeitig zu beiden Oktaedern gehört. Als Abstand Ti—O wurde für alle drei Modifikationen ziemlich genau 1,95 Å gefunden.

Rutil (L. Vegard 1916). Tetragonal. $D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$. $Z = 2$ (Fig. 33,

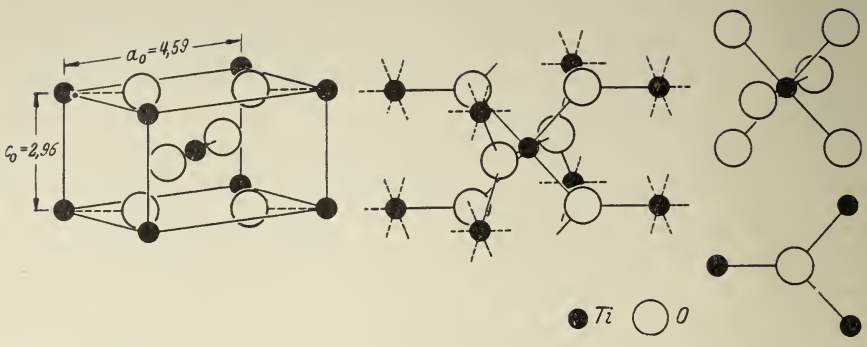


Fig. 33. Rutil TiO_2

gezeichnet nach W. L. Bragg 1936). Jedes Oktaeder ist mit zwei weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden, wodurch in der Richtung der c-Achse unendlich lange Ketten mit relativ großer Stabilität erzeugt werden; zu den Nachbarketten bestehen nur relativ schwache Bindungen nach gemeinsamen Oktaederecken. Aus diesen Eigenschaften erklärt sich die nach c [001] säulige bis langnadelige Entwicklung der Rutilkristalle sowie die vollkommene bzw. fast vollkommene Spaltbarkeit nach {110} und {100}.

Beispiele sind: MgF_2 **(Sellait)**, ZnF_2, MnF_2, FeF_2, CoF_2, NiF_2, PdF_2, β-MnO_2 **(Pyrolusit)**, TiO_2 **(Rutil)**, SnO_2 **(Cassiterit)**, PbO_2 **(Plattnerit)**,

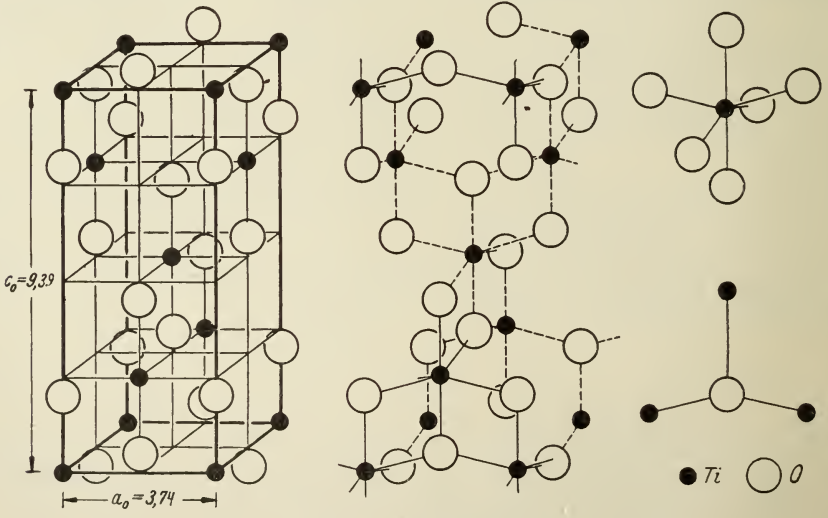


Fig. 34. Anatas TiO_2.

VO_2, NbO_2, GeO_2, TeO_2, CrO_2, RuO_2, OsO_2, IrO_2; $CrTaO_4$, $FeTaO_4$, $RhTaO_4$, $CrNbO_4$, $FeNbO_4$, $RhNbO_4$, $AlSbO_4$, $CrSbO_4$, $FeSbO_4$, $RhSbO_4$, $GaSbO_4$, $RhVO_4$. Eine dreimal so große Gitterkonstante c_0, sonst aber ganz analoge Struktur, haben $MgSb_2O_6$ **(Byströmit)**, $NiSb_2O_6$. $CoSb_2O_6$. $FeSb_2O_6$,

(Tripuhyit), $ZnSb_2O_6$ **(Ordoñezit)**, $MgTa_2O_6$, $NiTa_2O_6$, $CoTa_2O_6$, $FeTa_2O_6$, $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ **(Mossit)** und $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$ **(Tapiolit)**.

Anatas (L. Vegard 1916). $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$. $Z = 4$. Jedes Oktaeder ist mit vier weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden und bildet damit, wie man aus Fig. 34 erkennen kann, pseudotetraedrische Baugruppen. Die Orientierung der Hauptbindungsrichtungen führt in plausibler Weise zu der vollkommenen Spaltbarkeit nach {110} und {001}.

Ein weiteres Beispiel ist außer Anatas nicht bekannt.

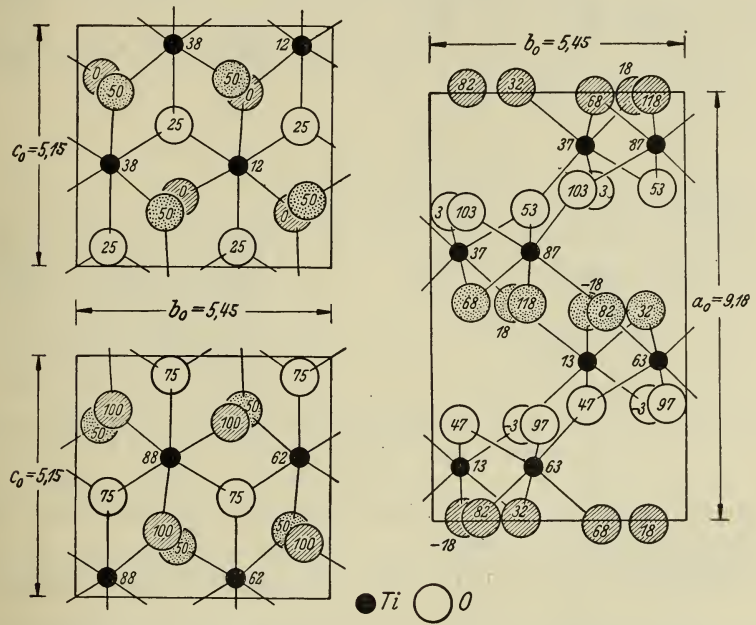


Fig. 35. Brookit TiO_2. Projektionen auf (100) und (001). Die linken Teilfiguren sind etwas idealisiert

Brookit (L. Pauling und J. H. Sturdivant 1928). Rhombisch. D_{2h}^{15}—Pbca. $Z = 8$ (Fig. 35, gezeichnet nach W. L. Bragg 1937). Jedes Oktaeder ist mit drei weiteren Oktaedern durch gemeinsame Kanten verbunden; von diesen sind zwei paarweise gleichwertig und erzeugen Ketten nach c [001]; die dritte, ungleichwertige Kante verbindet die Ketten zu Netzen nach a (100). — Eine deutliche Spaltbarkeit ist nicht vorhanden; die bekannte, nach (100) meist tafelige Entwicklung der Brookitkristalle entspricht ganz den Eigenschaften der Struktur.

Mit Brookit sind **Tellurit** TeO_2, **Niobit** $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ und **Tantalit** $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$ strukturell ganz eng verwandt.

Hydrargillit γ-$Al(OH)_3$ (H. D. Megaw 1934). Monoklin. C_{2h}^5—$P2_1/n$. $Z = 8$ (Fig. 36). Die Struktur besteht aus hexagonalen Schichten, die parallel der monoklinen Basis verlaufen und mit den Nachbarschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Al hat gegenüber

OH die Koordinationszahl 6. Die monokline Symmetrie mit dem Winkel $\beta = 94°34'$ kommt dadurch zustande, daß die Schichten um einen geringen

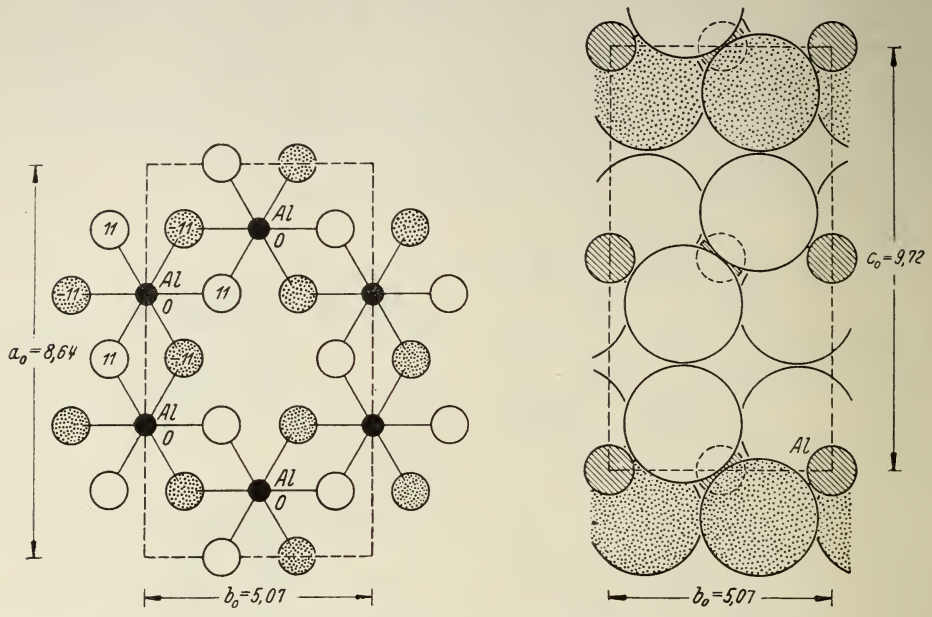


Fig. 36. Hydrargillit γ-$Al(OH)_3$. Die rechte Figur zeigt deutlich drei, nur durch van der Waalssche Kräfte verbundene Schichten

Betrag in Richtung der a-Achse gegeneinander verschoben sind. Als Beispiel ist allein Hydrargillit bekannt.

Brucit $Mg(OH)_2$ (G. Aminoff 1919). Hexagonal-rhomboedrisch. D^3_{3d}—

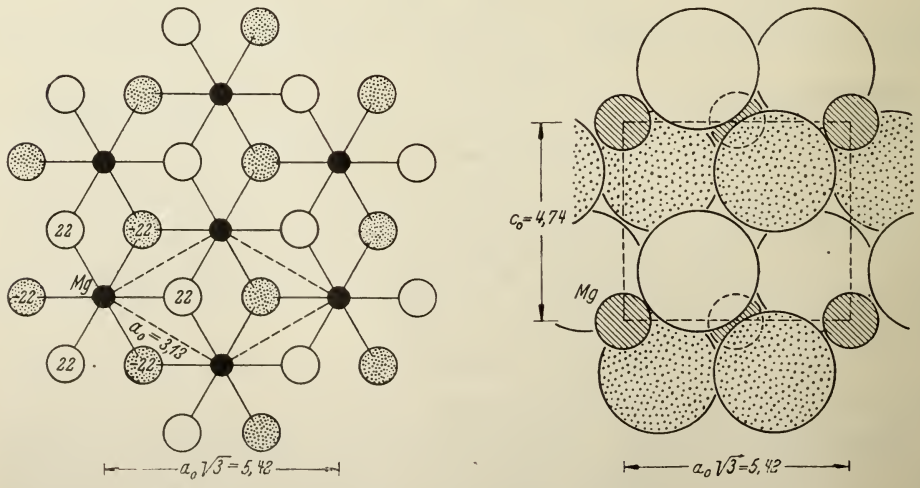


Fig. 37. Brucit $Mg(OH)_2$. Man beachte die beiden valenzmäßig abgesättigten Schichten der rechten Teilfigur

$P\bar{3}m1$. $Z = 1$. Es liegt eine dem Hydrargillit ganz ähnliche Schichtstruktur vor, allerdings mit dem Unterschied, daß hier innerhalb der Schichten sämtliche oktaedrischen Koordinationszentren, im Hydrargillit hingegen nur $^2/_3$ dieser Zentren von Kationen besetzt sind (man vgl. die Fig. 36 und 37). Hydrargillit und Brucit besitzen entsprechend ihrer Struktur eine glimmerartig vollkommene Spaltbarkeit parallel der monoklinen bzw. hexagonalen Basis.

Beispiele: $MgBr_2$, $CoBr_2$, $FeBr_2$, $MnBr_2$, VBr_2, MgJ_2, CoJ_2, FeJ_2, MnJ_2, CdJ_2, CaJ_2, PbJ_2, YbJ_2, VJ_2, $Mg(OH)_2$ **(Brucit)**, $Co(OH)_2$ **(Transvaalit)**, $Ni(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Mn(OH)_2$ **(Pyrochroit)**, $Cd(OH)_2$, $Ca(OH)_2$ **(Portlandit)**, $TiCl_2$, TiJ_2, TiS_2, $TiSe_2$, $TiTe_2$, ZrS_2, $ZrSe_2$, SnS_2, VSe_2, $NiTe_2$, PtS_2, $PtSe_2$, $PtTe_2$, $PdTe_2$.

V. Nitrate, Carbonate, Borate

Calcit, Kalkspat $CaCO_3$ (W. L. Bragg 1914, E. Schiebold 1919). Hexagonal-rhomboedrisch. D_{3d}^6—$R\bar{3}c$. $Z = 2$ für die Elementarzelle $\{4041\}$; für die dem Spaltrhomboeder $\{10\bar{1}1\}$ entsprechende Zelle ist $Z = 32$ (vgl. Fig. 38 und 39). Die Struktur kann man sich aus dem Steinsalzgitter ableiten, indem man den Elementarwürfel auf eine trigonale Achse stellt und Na durch Ca, Cl durch CO_3 ersetzt. Die entstehende pseudokubische Zelle besitzt einen Polkantenwinkel von etwa 103° statt 90° und ist pseudoflächenzentriert. C ist planar von 3 O, Ca oktaedrisch von 6 O umgeben.

Man beachte in Fig. 39 die Ca-Schichten nach 111 und 222 parallel der hexagonalen Basis. Es ist im Dolomit $CaMg[CO_3]_2$ derart, daß Ca und Mg nicht in ein und derselben Schicht auftreten, sondern abwechselnd in Schichten 111, 222, 111 usw. Die im Kalkspat phänomenologisch erkennbaren Spiegelebenen parallel der c-Achse sind in der Struktur nicht als solche,

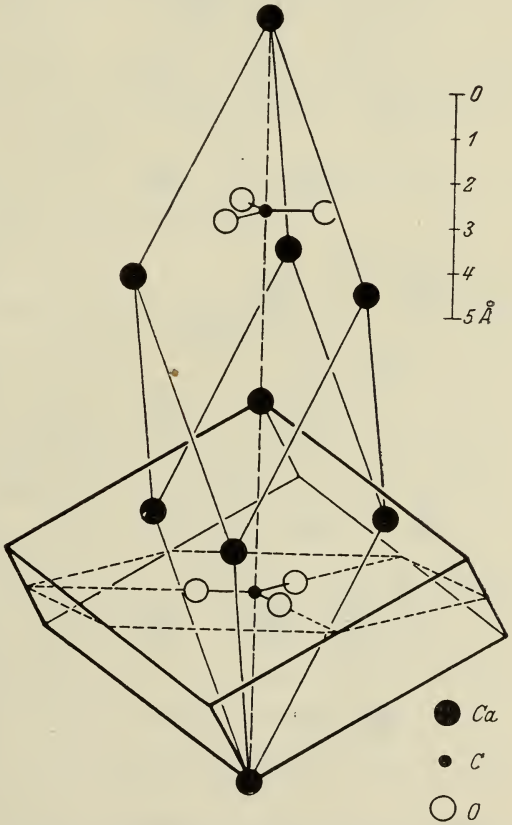


Fig. 38. Calcit. Wahre Elementarzelle $\{4041\}$ mit $Z = 2$ und Spaltungsrhomboeder $\{10\bar{1}1\}$

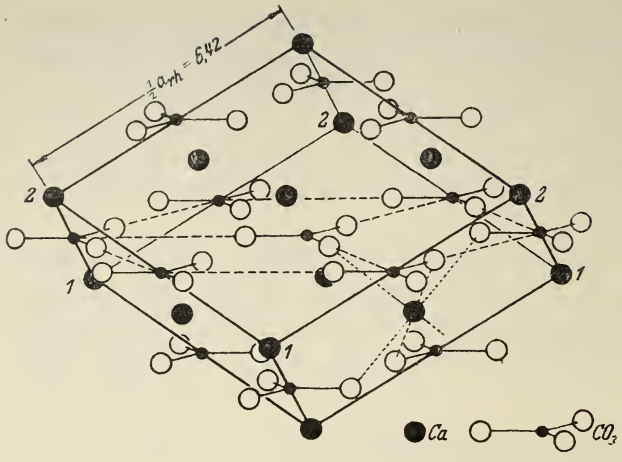


Fig. 39. Atomanordnung von Calcit in der dem Spaltrhomboeder {1010} entsprechenden und mit Steinsalz vergleichbaren Zelle, von der hier jedoch nur $^1/_8$ ihres Volumens gezeichnet ist.

sondern lediglich als Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente c/2 vorhanden (vgl. die Raumgruppe). Diese kommen durch die Ca-Mg-Verteilung im Dolomit zum Verschwinden und damit auch die scheinbaren morphologischen Spiegelebenen.

Die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach {1011} entspricht ganz der würfeligen Spaltbarkeit von Steinsalz. Im optisch negativen Charakter mit der starken Doppelbrechung ($\omega = 1{,}658$, $\varepsilon = 1{,}486$) kommt zum Ausdruck, daß die nach der hexagonalen Basis planaren Baugruppen CO_3 den im Hauptschnitt schwingenden außerordentlichen Strahl in seiner Fortpflanzungsgeschwindigkeit weit weniger behindern als den ordentlichen Strahl.

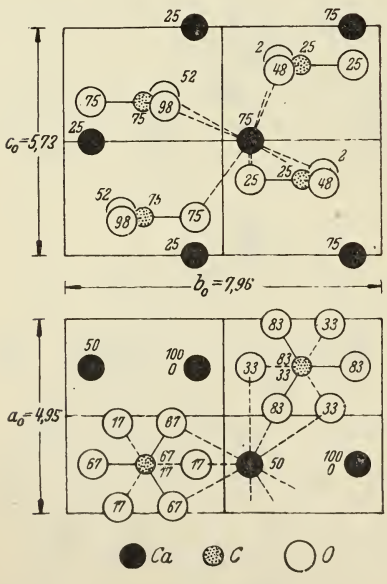


Fig. 40. Aragonit, rhombisches $CaCO_3$

Die bekannten Beispiele sind: $LiNO_3$, $NaNO_3$ **(Nitronatrit)**, $InBO_3$, $ScBO_3$, YBO_3, $MgCO_3$ **(Magnesit)**, $ZnCO_3$ **(Smithsonit)**, $CoCO_3$ **(Sphaerokobaltit)**, $FeCO_3$ **(Siderit)**, $MnCO_3$ **(Rhodochrosit)**, $CdCO_3$ **(Otavit)** und $CaCO_3$ **(Calcit)**. Strukturen vom Dolomittypus besitzen $CaMg[CO_3]_2$ **(Dolomit)**, $CaFe[CO_3]_2$ **(Ankerit)**, $CaMn[CO_3]_2$ **(Kutnahorit)** und $CaSn[BO_3]_2$ **(Nordenskiöldin)**.

Aragonit $CaCO_3$ (W. L. Bragg 1924). Rhombisch. D_{2h}^{16}—Pmcb. $Z = 4$ (Fig. 40). Die CO_3-Komplexe liegen mit ihrer Hauptebene parallel der Basis (001); Ca ist von 9 Sauerstoffen umgeben. Die Struktur besitzt ausgesprochen pseudohexagonale Symmetrie nach c [001]; undeutliche Spaltbarkeiten sind nach {010} und {110} vorhanden.

Als Beispiele kennt man KNO_3**(Nitrokalit)**, $CaCO_3$ **(Aragonit)**, $SrCO_3$ **(Strontianit)**, $BaCO_3$ **(Witherit)**, $PbCO_3$ **(Cerussit)** und $LaBO_3$.

VI. Sulfate, Chromate, Wolframate

Baryt, Schwerspat $BaSO_4$ (R. W. James und W. A. Wood 1925). Rhombisch. D_{2h}^{16}–Pnma. $Z = 4$ (Fig. 41, gezeichnet nach W. L. Bragg 1937). S ist tetraedrisch von 4 O, Ba mehr unregelmäßig von 12 O umgeben;

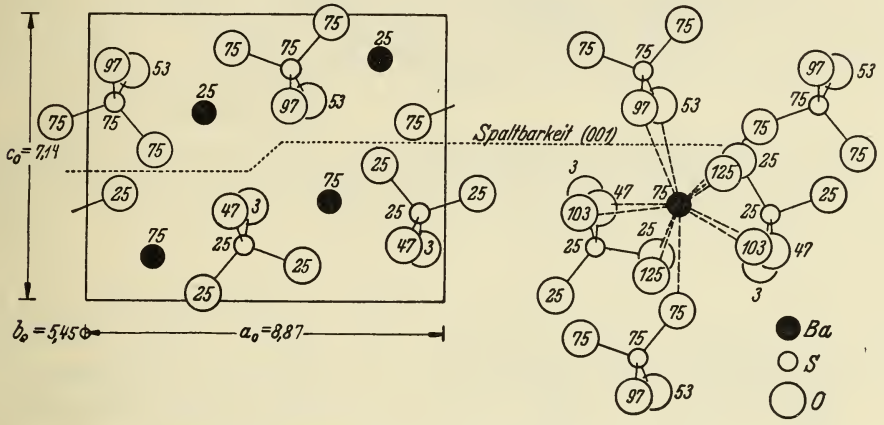


Fig. 41. Schwerspat $BaSO_4$. Projektion auf b (010)

letztere gehören gleichzeitig 7 verschiedenen SO_4-Komplexen an. Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach c {001}, ziemlich vollkommen nach {210}.

Beispiele: $BaBeF_4$, NH_4BF_4, KBF_4 **(Avogadrit)**, $RbBF_4$, $CsBF_4$, $TlBF_4$, $SrSO_4$ **(Coelestin)**, $BaSO_4$ **(Baryt)**, $PbSO_4$ **(Anglesit)**, $CoSO_4$, $EuSO_4$, $SrSeO_4$, $BaSeO_4$, $PbSeO_4$ **(Kerstenit)**, $SrCrO_4$, $BaCrO_4$, $PbCrO_4$, $KMnO_4$, NH_4ClO_4, $KClO_4$, $RbClO_4$, $CsClO_4$, $TlClO_4$, $BaPO_3F$.

Gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (W. A. Wooster 1936). Monoklin. C_{2h}^6–C2/c. $Z = 4$ (Fig. 42, gezeichnet nach W. L. Bragg 1937). Es liegt nach Wooster eine nach b (010) schichtförmige Struktur vor, durch welche die vorzügliche Spaltbarkeit nach dieser Fläche erklärt wird. Es ist derart, daß innerhalb der Schichten die relativ starken Bindungen Ca—O—S, von Schicht zu Schicht hingegen nur van der Waalssche Kräfte zwischen Ca und H_2O herrschen. Ca ist von 6 O + 2 H_2O umgeben.

Zum Strukturtypus von Gips gehören **Brushit** $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, **Pharmakolith** $CaHAsO_4 \cdot 2H_2O$, **Weinschenkit (Churchit)** $YPO_4 \cdot 2H_2O$ sowie **Ardealit** $Ca_2H[PO_4SO_4] \cdot 4H_2O$.

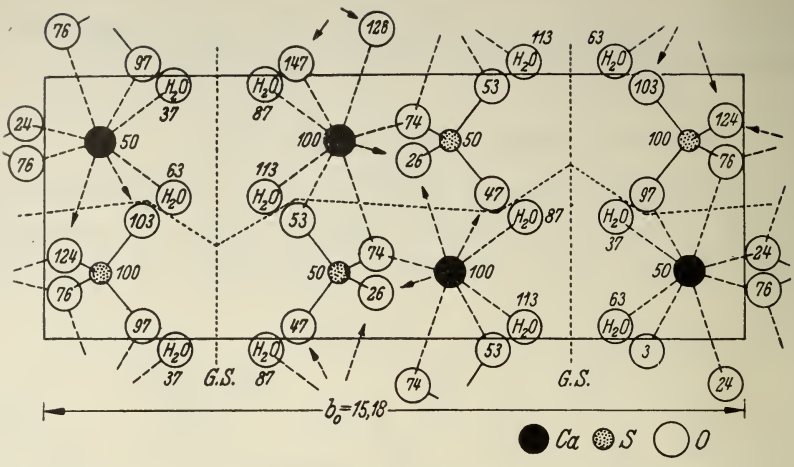


Fig. 42. Kristallstruktur von Gips nach Wooster, projiziert auf eine parallel [010] verlaufende Ebene. *G.S.* sind Gleitspiegelebenen und gleichzeitig die Spuren der vollkommenen Spaltbarkeit

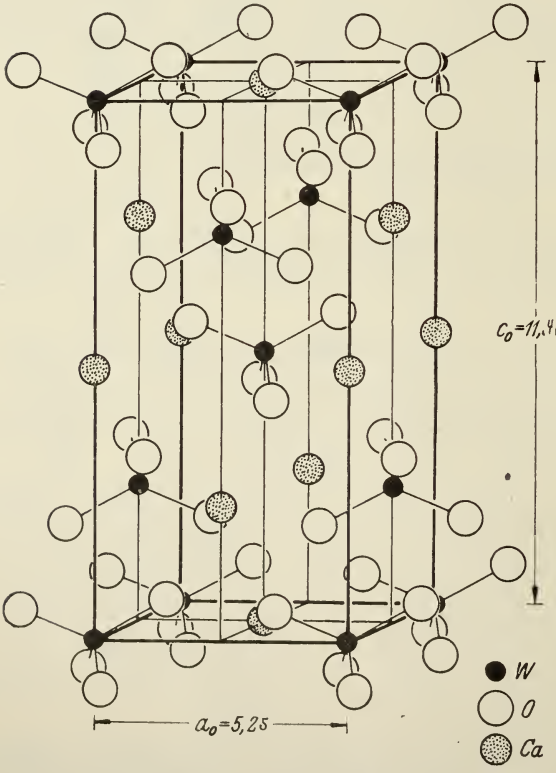


Fig. 43. Scheelit $CaWO_4$. Tetragonales innenzentriertes Gitter

Scheelit $CaWO_4$ (L. Vegard 1926). Tetragonal C_{4h}^6—$I4_1/a$. Z = 4, vgl. Fig. 43. WO_4 bildet Tetraeder, die in der Richtung der c-Achse leicht gestaucht sind; Ca ist von 8 O in Form eines doppelten Disphenoides umgeben. Die vierzähligen Achsen stellen links- und rechtsdrehende Schraubenachsen dar, welche durch die Mitte der in Fig. 43 gezeichneten Viertelprismen verlaufen.

Als Beispiele sind bekannt: $CaMoO_4$ **(Powellit)**, $SrMoO_4$, $BaMoO_4$, $PbMoO_4$ **(Wulfenit)**, $CaWO_4$ **(Scheelit)**, $SrWO_4$, $BaWO_4$, $PbWO_4$ **(Stolzit)**, $BiAsO_4$, $NaJO_4$, KJO_4, $CsSO_3F$, $KCrO_3F$; $LiLa(MoO_4)_2$, $NaLa(MoO_4)_2$, $KLa(MoO_4)_2$, $LiLa(WO_4)_2$,

$NaLa(WO_4)_2$, $KLa(WO_4)_2$, $LiBi(MoO_4)_2$, $NaBi(MoO_4)_2$, $KBi(MoO_4)_2$, $NaCe(WO_4)_2$, $KCe(WO_4)_2$.

VII. Phosphate, Arsenate, Vanadate.

Analoger Bau und ähnliches kristallchemisches Verhalten der $[SiO_4]^{4-}$ und $[PO_4]^{3-}$ (bzw. AsO_4^{3-})-Tetraeder ermöglichen die Existenz einer ganzen Anzahl isotyper Silikate und Phosphate (bzw. Arsenate); jedoch ist die kristallchemische Analogie offenbar nicht so eng, daß — abgesehen von geringfügigen diadochen Vertretungen (SiO_4, PO_4) — eine nennenswerte Mischbarkeit (Isomorphie) die Folge sein könnte. Beispiele der Isotypie bzw. Homöotypie sind:

Quarz-Berlinit (F. Huttenlocher 1935, H. Strunz 1941).

$SiSiO_4$ $a_0 = 4{,}90$ $c_0 = 5{,}39$ $Z = {}^3/_2$ | Trigonal-trapezoedrisch
$Al[PO_4]$ $a_0 = 4{,}93$ $c_0 = 10{,}93$ $Z = 3$ | D_3^4–$P3_121$, D_3^6–$P3_221$

Olivin-Triphylin (B. Goßner und H. Strunz 1932).

$(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ $a_0 = 6{,}01$ $b_0 = 4{,}78$ $c_0 = 10{,}30$ $Z = 4$
$Li(Fe,Mn)[PO_4]$ $a_0 = 6{,}01$ $b_0 = 4{,}68$ $c_0 = 10{,}36$ $Z = 4$
| Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}–Pmcn

Granat-Berzeliit (F. Machatschki 1930; W. Bubecku. Machatschki 1935).

$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ $a_0 = 12{,}02$ $Z = 8$ | Kubisch-hex'oktaedrisch
$(Ca, Na)_3Mg_2[AsO_4]_3$ $a_0 = 12{,}37$ $Z = 8$ | O_h^{10}–Ia3d

Zirkon-Xenotim (Die seit längerem bekannte Isotypie ist durch L. Vegard 1927 strukturell bestätigt worden.)

$Zr[SiO_4]$ $a_0 = 6{,}59$ $c_0 = 5{,}94$ $Z = 4$ | Ditetragonal-dipyramidal
$Y[PO_4]$ $a_0 = 6{,}89$ $c_0 = 6{,}04$ $Z = 4$ | D_{4h}^{19}–$I4_1/amd$

Huttonit-Monazit (A. Pabst 1951).

$Th[SiO_4]$ $a_0 = 6{,}80$ $b_0 = 6{,}96$ $c_0 = 6{,}54$ $\beta = 104° 55'$ $Z = 4$
$Ce[PO_4]$ $a_0 = 6{,}77$ $b_0 = 6{,}98$ $c_0 = 6{,}47$ $\beta = 103° 40'$ $Z = 4$
| Monoklin-prismatisch C_{2h}^5–$P2_1/n$

Danburit-Hurlbutit (F. Machatschki 1953).

$CaB_2[SiO_4]_2$ $a_0 = 8{,}77$ $b_0 = 8{,}03$ $c_0 = 7{,}74$ $Z = 4$ | Rhombisch-dipyramidal
$CaBe_2[PO_4]_2$ $a_0 = 8{,}80$ $b_0 = 8{,}29$ $c_0 = 7{,}81$ $Z = 4$ | D_{2h}^{16}-Pbnm (?)

Trimerit-Beryllonit (H. Strunz 1933, B. Goßner und J. Beßlein 1934).

$CaMn_2Be_3[SiO_4]_3$	$a_0 = 2 \cdot 8{,}08$ $\beta = 90°09'$	$b_0 = 7{,}62$ $Z = 16$	$c_0 = 2 \cdot 13{,}96$
$NaBe[PO_4]$	$a_0 = 8{,}16$ $\beta = 90°$	$b_0 = 7{,}79$ $Z = 12$	$c_0 = 14{,}08$

Monoklin-prismatisch C_{2h}^5-$P2_1/c$

Andalusit-Libethenit (H. Strunz 1935, H. Heritsch 1939).

$Al_2[O \mid SiO_4]$	$a_0 = 7{,}78$	$b_0 = 7{,}92$	$c_0 = 5{,}57$	$Z = 4$
$Cu_2[OH \mid PO_4]$	$a_0 = 8{,}45$	$b_0 = 8{,}10$	$c_0 = 5{,}91$	$Z = 4$

Rhombisch-dipyramid. D_{2h}^{12}-Pnnm

Dixenit-Haematolith (?).

$(Mn, Mg)_5As_2^{\cdots}[(OH)_2O_5 \mid SiO_4]$	$a_0 = 8{,}22$	$c_0 = 37{,}44$	$Z = 3$
$(Mn, Mg, Fe)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$	$a_0 = 8{,}29$	$c_0 = 36{,}58$	$Z = 3$

Trigonal-rhomboedrisch C_{3i}^2-R3

Datolith-Herderit (H. Strunz 1935).

$CaB[OH \mid SiO_4]$	$a_0 = 9{,}66$ $\beta = 90°09'$	$b_0 = 7{,}64$ $Z = 4$	$c_0 = 4{,}83$
$CaBe[(F, OH) \mid PO_4]$	$a_0 = 9{,}82$ $\beta = 90°06'$	$b_0 = 7{,}70$ $Z = 4$	$c_0 = 4{,}81$

Monoklin-prismatisch C_{2h}^5-$P2_1/c$

Titanit-Tilasit (H. Strunz 1935).

$CaTi[O \mid SiO_4]$	$a_0 = 6{,}56$	$b_0 = 8{,}72$	$c_0 = 7{,}44$	$\beta = 119°43'$ $Z = 4$
$CaMg[F \mid AsO_4]$	$a_0 = 6{,}67$	$b_0 = 8{,}97$	$c_0 = 7{,}58$	$\beta = 120°59'$ $Z = 4$

Monoklin-prismatisch C_{2h}^6-$C2/c$

Thortveitit-Mg-Pyrophosphat (F. Machatschki 1935).

$Sc_2[Si_2O_7]$	$a_0 = 6{,}57$ $\beta = 103°08'$	$b_0 = 8{,}60$ $Z = 2$	$c_0 = 4{,}75$
$Mg_2[P_2O_7]$	$a_0 = 2 \cdot 6{,}65$ $\beta = 104°11'$	$b_0 = 8{,}38$ $Z = 8$	$c_0 = 2 \cdot 4{,}54$

Monoklin C_{2h}^3–$C2/m$

Die strukturelle Analogie bezieht sich naturgemäß auch auf die mit Triphylin, Libethenit usw. isotypen Mineralien, die man aus den Tabellen der Systematik ersehen kann.

Apatit $Ca_5[F \mid (PO_4)_3]$ (St. Náray-Szabó 1930, M. Mehmel 1930). Hexagonal. C_{6h}^2—$P6_3/m$. $Z = 2$, man vgl. Fig. 44. In der Struktur sind die PO_4-Gruppen als deformierte Tetraeder deutlich erkennbar. Ca ist in zwei Arten vorhanden: Ca—I liegt auf den dreizähligen Achsen und ist von

9 O umgeben, Ca—II ist im Hydroxylapatit von 6 O + 1 F, im Chlorapatit von 6 O + 2 Cl umgeben.

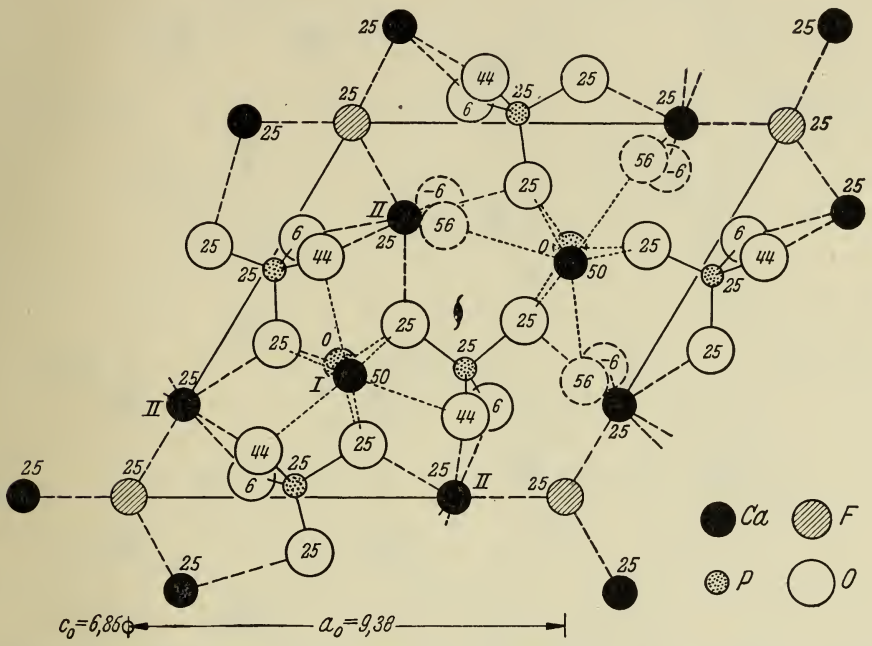


Fig. 44. Apatit, projiziert auf c (0001). Im Fluorapatit liegt F in z = 25 und 75, im Chlorapatit liegt Cl in z = 0 und 50

Als weitere Beispiele kennt man die in der Systematik angeführten Mischkristalle, z. B. **Wilkeit**, in dem formal $2PO_4$ zum Teil durch $SiO_4 + SO_4$ ersetzt sind, sodann **Svabit** $Ca_5[F|(AsO_4)_3]$, **Pyromorphit** $Pb_5[Cl|(PO_4)_3]$, **Mimetesit** $Pb_5[Cl|(AsO_4)_3]$ und **Vanadinit** $Pb_5[Cl|(VO_4)_3]$ sowie die synthetischen Hydroxylapatite von Cd, Sr, Ba und Pb.

VIII. Silikate.

In den bisher bekannten Silikatstrukturen ist Silizium stets von 4 Sauerstoffen umgeben unter Bildung sehr regelmäßiger Tetraeder $[SiO_4]^{4-}$. Aluminium, nach Sauerstoff und Silizium das geochemisch häufigste Element, spielt in den Silikaten eine doppelte Rolle. Es kann sich einerseits mit 6 Sauerstoffen koordinieren und kristallchemisch ähnlich wie Magnesium verhalten (Aluminiumsilikate); es kann aber auch mit 4 Sauerstoffen Tetraeder bilden und eine Rolle spielen, die derjenigen von Si ganz analog ist (Alumosilikate).

Der Sauerstoff der Silikate besitzt die charakteristische Eigenschaft, daß er gleichzeitig zu zwei Tetraedern (Si, Al)O_4 gehören kann. Dadurch entstehen Baugruppen Si_2O_7, Si_3O_9, Si_4O_{12}, Si_6O_{18}, $AlSi_5O_{18}$ usw., auch Ketten

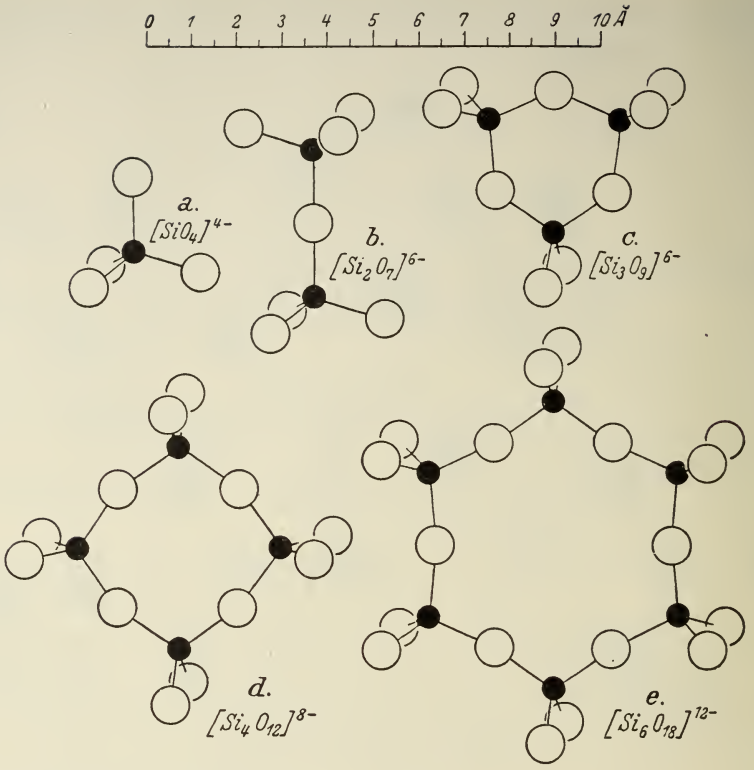


Fig. 45. Baugruppen der Silikate, a) der Nesosilikate, b) der Sorosilikate, c—e) der Cyclosilikate. b) ist vertreten im Thortveitit $Sc_2[Si_2O_7]$, c) im Benitoit $BaTi[Si_3O_9]$, d) im Axinit und vermutlich im Neptunit $Na_2FeTi[Si_4O_{12}]$, e) im Beryll $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$

$[Si_2O_6]^{4-}_{\infty}$, $[Si_4O_{11}]^{6-}_{\infty}$, desgleichen Schichten und Gerüste. Al kann aber die Rolle von Si nur bis zu einem begrenzten Anteil übernehmen, in den Ketten wohl bis zu $^1/_4$ der gesamten tetraedrisch koordinierten Ionen, in den Schichten und Gerüsten bis zur Hälfte. Die wichtigsten der somit entstehenden „hochkomplexen Anionen" sind in den Fig. 45 bis 48 schematisch gezeichnet unter Angabe der zugehörigen Kristallarten.

Die Systematik der Silikate folgt der zunehmenden Größe der Tetraederbaugruppen. Dabei werden folgende Abteilungen unterschieden.

A. Silikate mit Inseltetraedern oder Nesosilikate. Sie besitzen selbständige Tetraeder wie in Fig. 45a, 49—54 (*νῆσος* = Insel).

B. Silikate mit endlich begrenzten Gruppen von Tetraedern oder Sorosilikate (*σωρός* = Gruppe). Es treten Baugruppen auf wie z. B. die in Fig. 45b.

C. Silikate mit Tetraederringen oder Cyclosilikate, Fig. 45c—e und 56.

D. Silikate mit eindimensional unendlichen Ketten von Tetraedern oder Inosilikate (*ἴς, ἰνός* = Faser). Man vgl. Fig. 46 und 57.

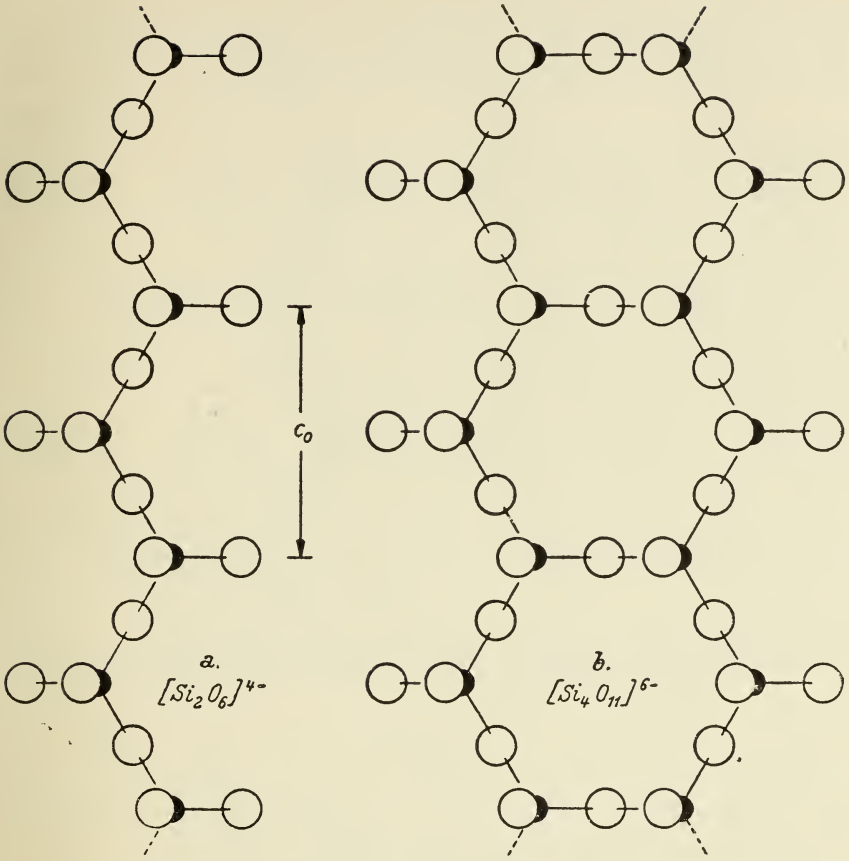


Fig. 46. Eindimensional unendliche Baugruppen der Inosilikate. a) kennt man aus den Pyroxenen, z. B. Diopsid $CaMg[Si_2O_6]$, b) aus den Amphibolen, z. B. Tremolit $Ca_2Mg_5[OH|Si_4O_{11}]_2$. Projektionsebene ist a (100)

E. Silikate mit zweidimensional unendlichen Schichten von Tetraedern oder Phyllosilikate ($\varphi\acute{\upsilon}\lambda\lambda o\nu$ = Blatt). Pseudohexagonale Schichten besitzen Pyrophyllit, die Glimmer, Chlorite usw.: tetragonale Schichten sind im Apophyllit vorhanden.

F. Silikate mit Gerüsten von Tetraedern oder Tektosilikate ($\tau\varepsilon\kappa\tau o\nu\varepsilon\acute{\iota}\alpha$ = Fachwerk). Die einfachsten Beispiele sind gewissermaßen Quarz, Tridymit und Cristobalit; in den Feldspaten $K[AlSi_3O_8]$, $Ca[Al_2Si_2O_8]$ usw. wird die Rolle von Si zum Teil durch Al übernommen, in anderen Silikaten durch B oder Be. Dabei ist das Verhältnis von (Si + Al + B + Be):O immer gleich 1:2.

A. Nesosilikate.

Olivin $(Mg, Fe)_2SiO_4$ (W. L. Bragg und G. B. Brown 1926). Rhombisch. D_{2h}^{16}—Pmcn. Z = 4 (Fig. 49). Es liegt eine nach b (010) pseudohexa-

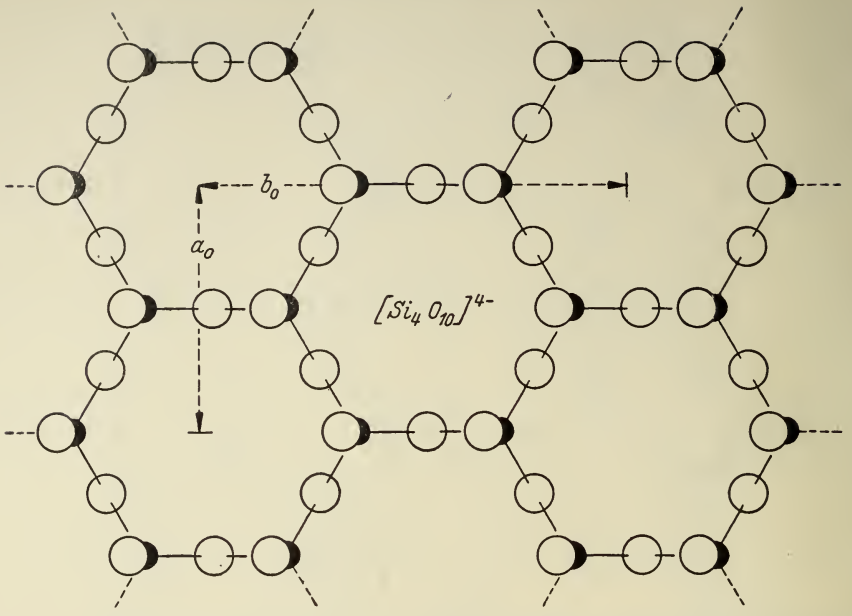


Fig. 47. Zweidimensional unendliche Baugruppen der pseudohexagonalen Phyllosilikate, z. B. Pyrophyllit $Al_2[(OH)_2|Si_4O_{10}]$ oder Muskovit $KAl_2[(OH,F)_2|AlSi_3O_{10}]$

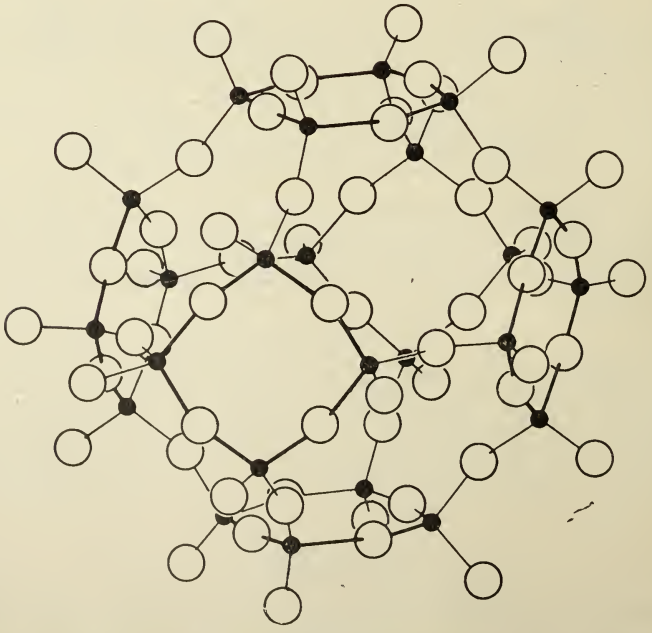


Fig. 48. Dreidimensional unendliches Tetraedergerüst der Ultramarine

gonale, annähernd dichtest gepackte Sauerstoffverteilung vor mit Si in den tetraedrischen, Mg in den oktaedrischen Koordinationszentren. Jedes Sauerstoffion ist mit je $^1/_3$ Wertigkeit an drei Mg gebunden und mit einer ganzen Wertigkeit an nur ein Si.

Im Monticellit $CaMgSiO_4$ ruft Ca mit seiner gegenüber Mg etwas größeren Raumbeanspruchung eine Aufweitung der Sauerstoffpackung hervor, die besonders in einer Vergrößerung von a_0 und c_0 zum Ausdruck kommt.

Strukturen vom Olivintypus besitzen die Mineralien der Olivinreihe, $Mg_2[SiO_4]$ **(Forsterit),** $Fe_2[SiO_4]$ **(Fayalit),** $Mn_2[SiO_4]$ **(Tephroit),** ferner $Ni_2[SiO_4]$, α-$Ca_2[SiO_4]$, die Mineralien der Triphylinreihe $Li(Fe^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})[PO_4]$ ... sowie $Li_3[PO_4]$, $LiMg[PO_4]$, $LiZn[PO_4]$, $LiCd[PO_4]$, $LiCo[PO_4]$, $LiNi[PO_4]$, $LiMn[PO_4]$, $Al_2[BeO_4]$ **(Chrysoberyll),** $AlGa[BeO_4]$, $AlFe[BeO_4]$, $AlCr[BeO_4]$, α-$Na_2[BeF_4]$, $MgAl[BO_4]$ (?), $Mg_2[GeO_4]$ und wahrscheinlich auch $Cu[JO_3OH]$ **(Salesit).** Außerdem dürfte Homöotypie mit **„Arcanit"** α-K_2SO_4 und **Tarapacait** K_2CrO_4 vorliegen. Das 1952 entdeckte Mineral **Sinhalit** $MgAl[BO_4]$ hat zwar dem Olivin analoge Gitterkonstanten, aber eine andere Raumgruppe; möglicherweise ist die Strukturformel $MgAl[O \mid BO_3]$ mit Pseudotetraedern BO_3O.

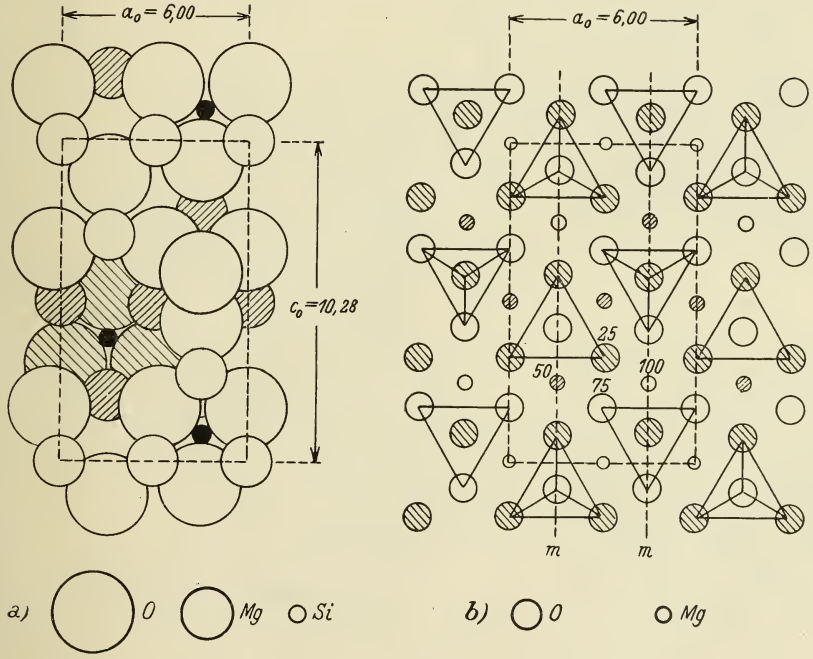


Fig. 49. Kristallstruktur von Olivin (W. L. Bragg und G. B. Brown 1926). Projektionen auf b (010), a) tatsächliche Atomanordnung, b) schematische Zeichnung, vergleichbar mit Fig. 50. Die Dreiecke bedeuten SiO_4-Tetraeder mit der Spitze abwechselnd nach oben und unten

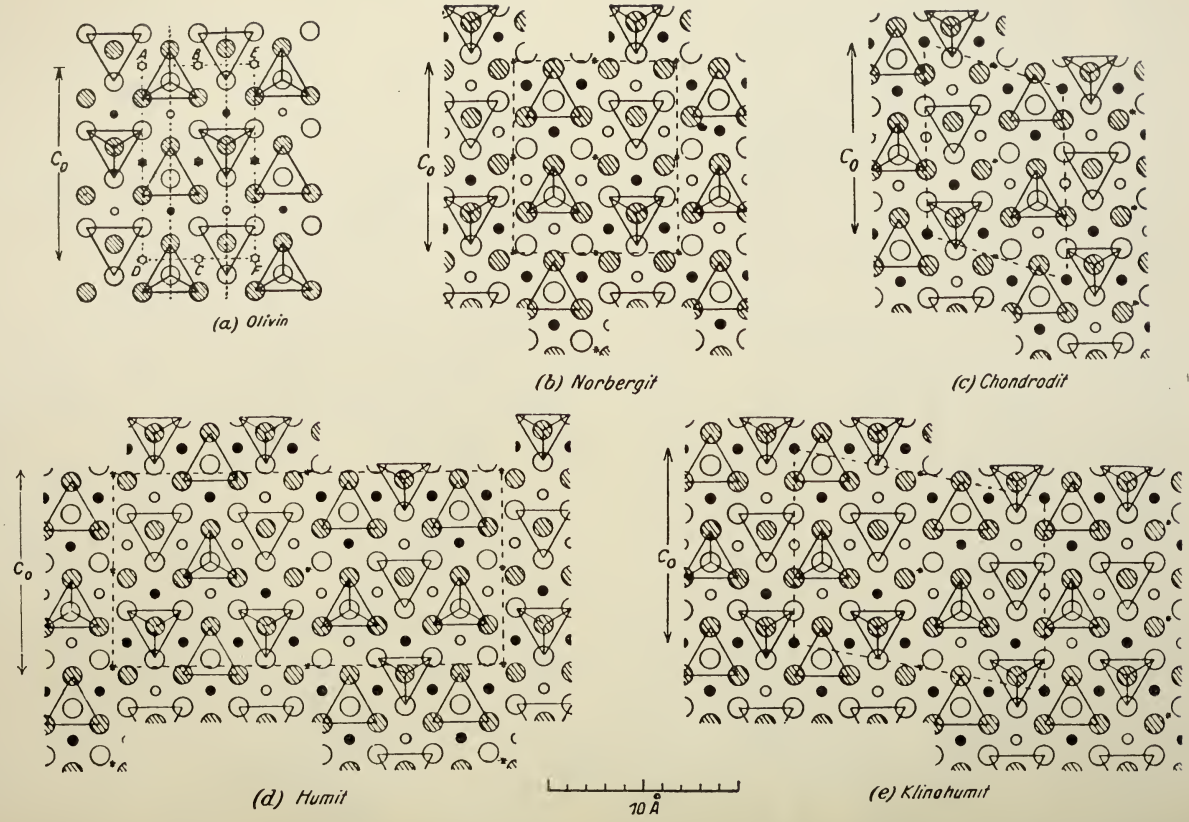


Fig. 50. Olivin und die Mineralien der Norbergitgruppe. Projektion der Kristallstrukturen auf b (010). Vergleichbar mit Fig. 68. Die nicht zu Dreiecken (Tetraedern) gehörenden großen Kreise bedeuten die eingelagerten (OH, F)-Ionen (nach W. L. Bragg, G. B. Brown, W. H. Taylor, J. West 1926–1929)

Norbergit $Mg_3[(OH, F)_2|SiO_4]$, rhombisch, D_{2h}^{16}—Pmcn;
Chondrodit $Mg_5[(OH, F)_2|(SiO_4)_2]$, monoklin, C_{2h}^5—$P2_1/c$;
Humit $Mg_7[(OH, F)_2|(SiO_4)_3]$, rhombisch, D_{2h}^{16}—Pmcn;
Klinohumit $Mg_9[(OH, F)_2|(SiO_4)_4]$, monoklin, C_{2h}^5—$P2_1/c$.

Diese vier Mineralien zeigen eine interessante morphotrope Verwandtschaft, auf die bereits Penfield und Howe 1894 sowie Barlow und Pope 1906 auf Grund der morphologischen Achsenverhältnisse aufmerksam gemacht haben. Nach den Strukturbestimmungen von W. H. Taylor und J. West 1928 entsprechen die Gitterkonstanten b_0 und c_0 der analogen Gitterkonstanten von Olivin, während a_0 durch Einschaltung von $Mg(OH)_2$-Schichten parallel (100) verändert wird (Fig. 50; vgl. Systematik: Norbergitgruppe).

Andalusit $Al_2[O \mid SiO_4]$ (W. H. Taylor 1929). Rhombisch. D_{2h}^{12}—Pnnm. $Z = 4$ (Fig. 51).

Die Strukturunterschiede der gleichartig zusammengesetzten Mineralien Sillimanit, Andalusit und Disthen liegen im wechselnden koordinativen Verhalten von Al. Die eine Hälfte der Al-Ionen ist stets oktaedrisch von 6 O umgeben, die andere Hälfte besitzt im Sillimanit die Koordinationszahl 4, im Andalusit die Koordinationszahl 5 und im Disthen die Koordinationszahl 6. Die Koordinationszahl 5 tritt außerordentlich selten auf; im Andalusit ist es so, daß drei O in der gleichen Ebene wie Al und zwei weitere schräg darüber und darunter liegen.

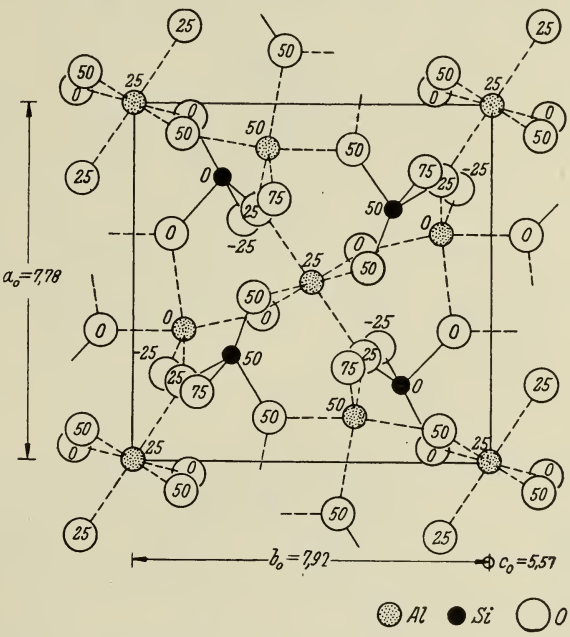


Fig. 51. Andalusit, Projektion auf c (001). Die Zahlen geben die Höhenlage in Prozenten von $c_0 = 5{,}57$ Å an. Das Aluminium im Zentrum und in den Ecken der Zeichnung besitzt die Höhe 25 und 75; zur besseren Übersichtlichkeit wurde Al mit z = 75 nicht gezeichnet

Die im gleichen Strukturtypus wie Andalusit kristallisierenden Mineralien **Libethenit** $Cu_2[OH \mid PO_4]$, **Olivenit** $Cu_2[OH \mid AsO_4]$ und **Adamin** $Zn_2[OH \mid AsO_4]$ besitzen für die eine Hälfte der Cu- und Zn-Ionen die Umgebung 4 O + 2 OH, für die andere Hälfte 4 O + 1 OH.

Granat $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ (G. Menzer 1925). Kubisch. O_h^{10}—Ia3d. $Z = 8$. Ca ist in Form eines würfelähnlichen doppelten Disphenoides von 8 O umgeben,

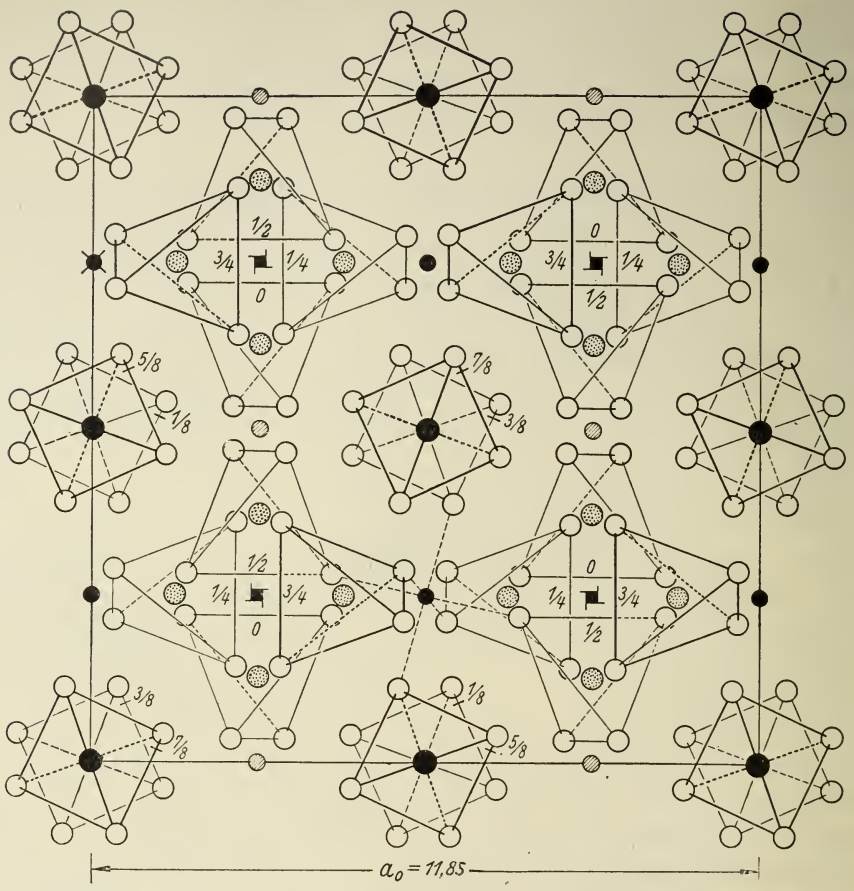


Fig. 52. Granat, Projektion auf eine Würfelfläche. Die den Tetraedern beigefügten Zahlen bedeuten die Höhenlage der Tetraederzentren bzw. Si-Ionen

● = Ca, das um $^1/_2$ höher als Si liegt;
● = Al in $^1/_4$ und $^3/_4$;
◎ = 2 Ca, wovon jedes um $^1/_4$ höher liegt als Si;
◎ = Al in 0 und $^1/_2$;
○ = Sauerstoff;
= linke vierzählige Schraubenachse;
= rechte vierzählige Schraubenachse.

Al bildet Oktaeder AlO_6. Jedes Sauerstoffteilchen steht mit 1 Si, 1 Al und 2 Ca in koordinativer Bindung.

Um die Innenzentrierung des Gitters bequem erkennen zu können, ist zu beachten, daß in Fig. 52 der Koordinatenanfangspunkt gegenüber der gezeichneten Zelle um $^1/_4\, a_0$ verschoben ist und mit dem links oben eingezeichneten Kreuz zusammenfällt.

Strukturen vom Granattypus besitzen: $Na_3Al_2[LiF_4]_3$ **(Kryolithionit)**, $Na_3Al_2[PO_4]_3$, $NaCa_2(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$ **(Berzeliit)**, $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ **(Pyrop)**, $Fe_3^{\cdot\cdot}Al_2[SiO_4]_3$ **(Almandin)**, $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$ **(Spessartin)**, $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ **(Grossular)**, $Mn_3Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$ **(Calderit)**, $Ca_3Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$ **(Andradit)**, $Mg_3Cr_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$

(Hanléit), $Ca_3Cr_2^{\cdots}[SiO_4]_3$ **(Uwarowit),** die in der Klassifikation genannten Mischkristalle sowie $Y_3Al_2[AlO_4]_3$.

Zirkon $ZrSiO_4$ (L. Vegard 1925. Hassel und Binks 1926, Wyckoff 1927). Tetragonal. D_{4h}^{19}—$I4_1/amd$. $Z = 4$. Aus Fig. 53 ist deutlich die Innenzentrierung der Zelle zu erkennen. Vierzählige Schraubenachsen vom linken und rechten Schraubungssinn verlaufen durch die Mitte der gezeichneten Quadranten. Gegenüber der morphologischen Orientierung ist die gezeichnete Struktur um 45° um c [001] gedreht. Zr ist von 8 O in Form eines doppelten Disphenoides umgeben.

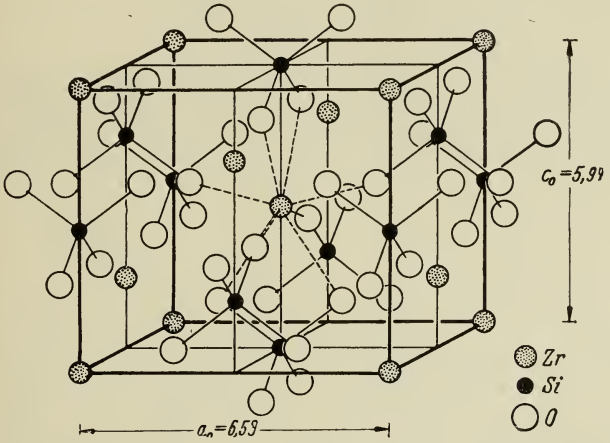


Fig. 53. Zirkon $ZrSiO_4$. Innenzentriertes tetragonales Gitter

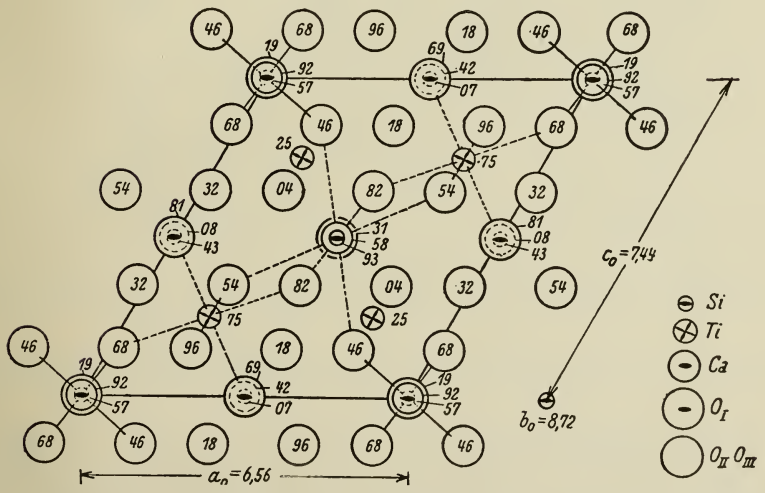


Fig. 54. Titanit CaTi[O|SiO_4]. Projektion auf b (010). $\beta = 119° 43'$

Beispiele: $Zr[SiO_4]$ **(Zirkon)**, $Th[SiO_4]$ **(Thorit)**, $(Th, U)[SiO_4]$ **(Uranothorit)**, $(Th, U)[(Si, H_4)O_4]$ **(Thorogummit)**, $U[(Si, H_4)O_4]$ **(Coffinit)**, ferner $Y[PO_4]$ **(Xenotim)**, $Y[AsO_4]$, $Y[VO_4]$, $Sc[PO_4]$ und $Ca[CrO_4]$.

Titanit $CaTi[O|SiO_4]$ (W. H. Zachariasen 1930). Monoklin. C_{2h}^6—$C2/c$. $Z = 4$. Die Zeichnung der Fig. 54 ist aus dem Strukturbericht übernommen. SiO_4 bildet wie in allen bisher besprochenen Silikatstrukturen selbständige inselartige Tetraeder; Ti liegt innerhalb einer oktaedrischen Gruppe von sechs Sauerstoffionen, Ca besitzt die Koordinationszahl 7.

Zum Strukturtypus von Titanit gehören auch **Tilasit** $CaMg[F|AsO_4]$ und **Durangit** $NaAl[F|AsO_4]$.

B. Sorosilikate

Thortveitit $Sc_2[Si_2O_7]$ (W. H. Zachariasen 1930). Monoklin. C_{2h}^3—$C2/m$. $Z = 2$. Eine Baugruppe Si_2O_7 liegt um den Koordinatenanfangspunkt, die andere um den Mittelpunkt der monoklinen Basis, entsprechend der

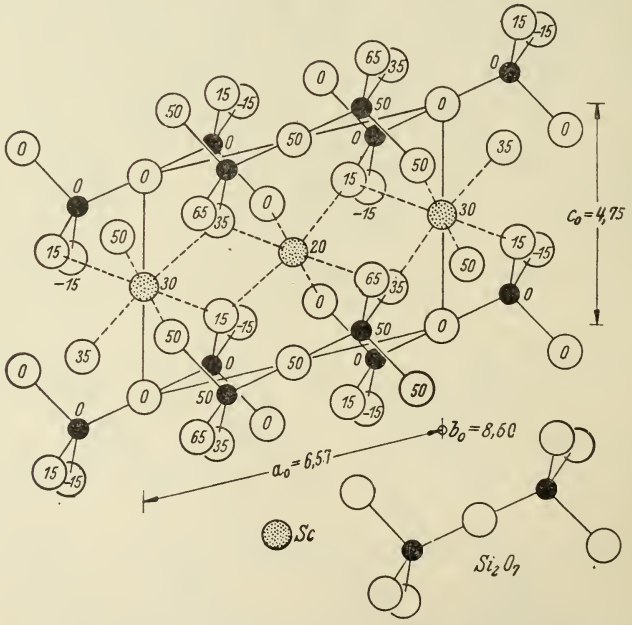


Fig. 55. Thortveitit. Projektion auf b (010). Der monokline Winkel β beträgt 103° 08′

Forderung der Gittersymmetrie C2/m. Scandium besitzt die Koordinationszahl 6.

Zum gleichen Strukturtypus gehört $Sc_2[Ge_2O_7]$ und nach F. Machatschki (1935) auch das synthetisch bekannte Magnesiumpyrophosphat $Mg_2[P_2O_7]$.

C. Cyclosilikate

Benitoit $BaTi[Si_3O_9]$ (W. H. Zachariasen 1930). Hexagonal. D^2_{3h}—P6c2. $Z = 2$. Die SiO_4-Tetraeder bilden Ringe wie in Fig. 45c, von denen pro Elementarzelle oberhalb des Koordinatenanfangspunktes zwei übereinander-

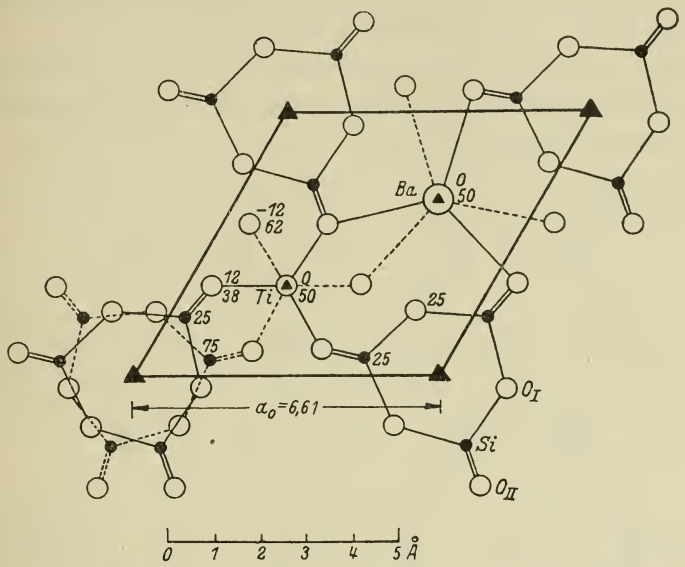


Fig. 56. Benitoit. $BaTi[Si_3O_9]$. Projektion auf c (0001)

liegen. Ba und Ti sind je von 6 O umgeben, Ba mehr unregelmäßig, Ti oktaedrisch.

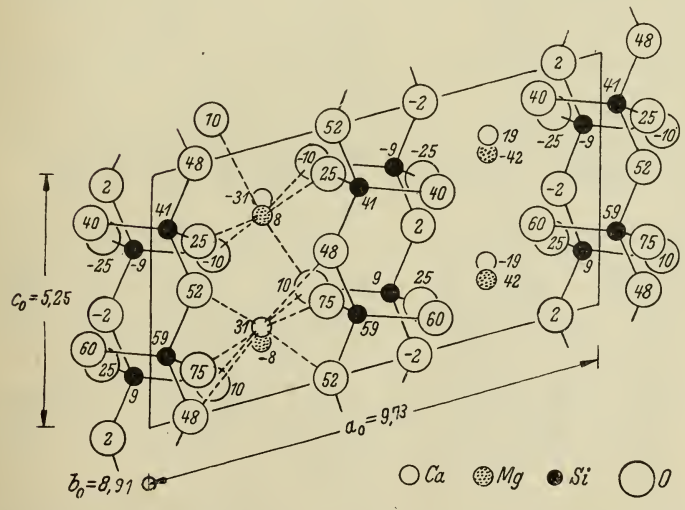


Fig. 57. Diopsid, Projektion auf b (010). $\beta = 105^0\,50'$. Parallel c_0 verlaufen die Ketten Si_2O_6. Links oben ist ein Oktaeder MgO_6, links unten eine Gruppe CaO_8 besonders hervorgehoben

D. Inosilikate

Diopsid $CaMg[Si_2O_6]$ (B. E. Warren und W. L. Bragg 1928). Monoklin C_{2h}^6—C2/c. Z = 4. Die SiO_4-Tetraeder bilden unendliche Ketten wie in Fig. 46a von der Pauschalformel Si_2O_6. Die Ketten verlaufen parallel der c-Achse und führen zum prismatischen bis langstengeligen Habitus der Kristalle. Mg ist von 6, Ca von 8 O umgeben (vergleiche Fig. 57).

Einfache Ketten wie im Diopsid sind für alle monoklinen und rhombischen Pyroxene charakteristisch. Doppelketten wie in Fig. 46b besitzen alle monoklinen und rhombischen Amphibole.

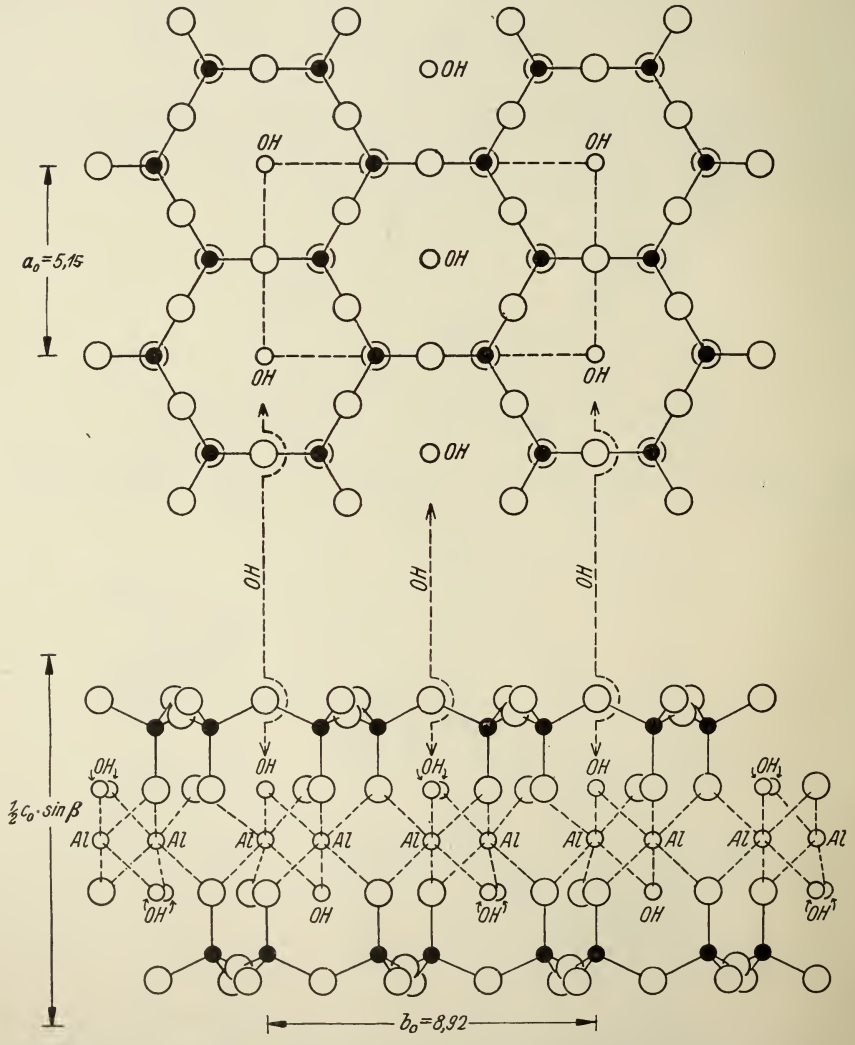


Fig. 58. Pyrophyllit. Projektion auf c (001) und eine Ebene senkrecht zur a-Achse. Der monokline Winkel β ist 99° 55′.

E. Phyllosilikate

Pyrophyllit $Al_2[(OH)_2|Si_4O_{10}]$ (L. Pauling 1930, J. W. Gruner 1934). Monoklin. C_{2h}^6—C2/c. Z = 4. Die zweidimensional unendlichen Schichten zusammenhängender Tetraeder sind aus den Fig. 47 und 48 erkennbar. Zwei derartige Schichten sind durch Aluminium, das oktaedrisch von 4O + 2OH umgeben ist, jeweils zu Doppelschichten verbunden, welche in sich chemisch abgesättigt sind und mit benachbarten Doppelschichten nur durch van der Waalssche Kräfte in Verbindung stehen. Dies ist die Ursache für die nach der Basis (001) blätterige Ausbildung und gute Spaltbarkeit der Kristalle.

Talk besitzt eine gleiche Struktur wie Pyrophyllit mit Mg_3 statt Al_2, für dessen Aufnahme in den Doppelschichten genügend oktaedrische Koordinationszentren zur Verfügung stehen.

Muskovit $KAl_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ (W. W. Jackson und J. West 1930). Monoklin. C_{2h}^6—C2/c. Z = 4. Zum Unterschied von Pyrophyllit ist ein Viertel des Siliziums durch tetraedrisch gebundenes Aluminium ersetzt. Auf diese Weise bleibt im Valenzhaushalt der Struktur eine negative Wertigkeit frei, welche nun dazu benutzt wird, um zwischen benachbarten Doppelschichten

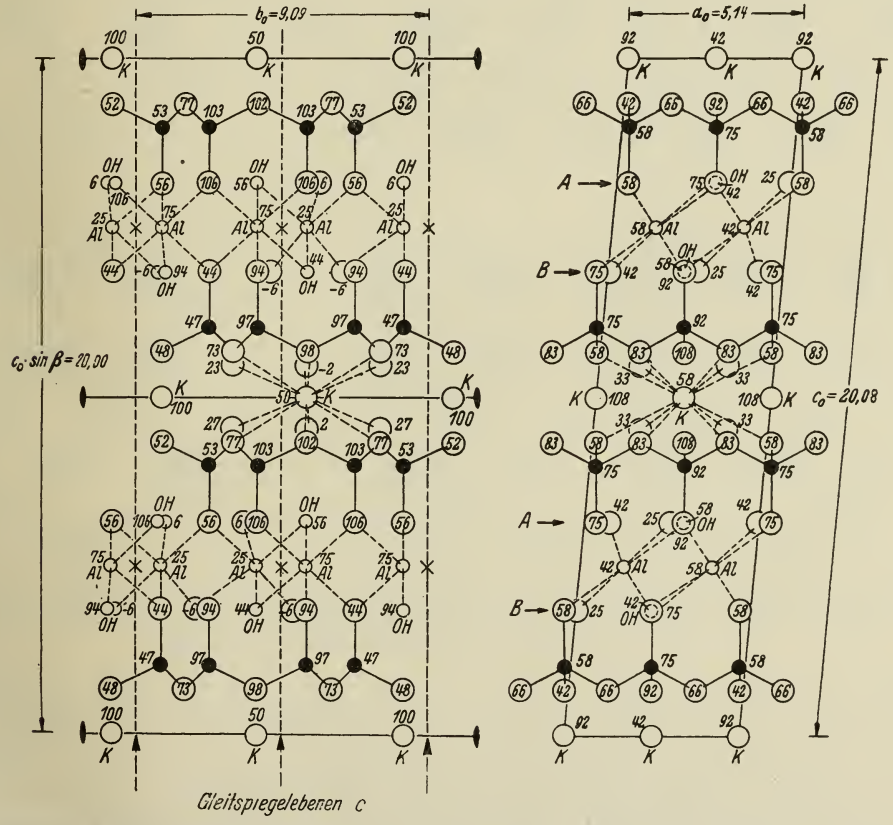


Fig. 59. Muskovit. Projektionen auf die Ebene senkrecht zur a-Achse und auf b (010)

Kaliionen aufzunehmen. Der Zusammenhalt der benachbarten Doppelschichten wird nicht mehr wie im Pyrophyllit allein durch van der Waalssche Kräfte, sondern auch durch die Kaliumionen bewirkt.

Wie sich die Struktur von Muskovit aus Pyrophyllit ableiten läßt, kann man sich die Biotitstruktur aus Talk durch den Ersatz von Si durch KAl[4] entstanden denken. Zu den **Sprödglimmern** gelangt man durch den weiteren Ersatz eines Si durch Al sowie von K durch Ca. Die Anwesenheit von Al bis zu 50% der gesamten tetraedrisch gebundenen Kationenmenge verursacht eine geringere strukturelle Stabilität bzw. eine gewisse Sprödigkeit der Kristalle.

Kaolinit, Dickit und **Nakrit,** drei Modifikationen der Verbindung $Al_4[(OH)_8|Si_4O_{10}]$, besitzen im Gegensatz zu Pyrophyllit keine Doppel-, sondern Einfachschichtstrukturen (L. Pauling 1930). Sie unterscheiden

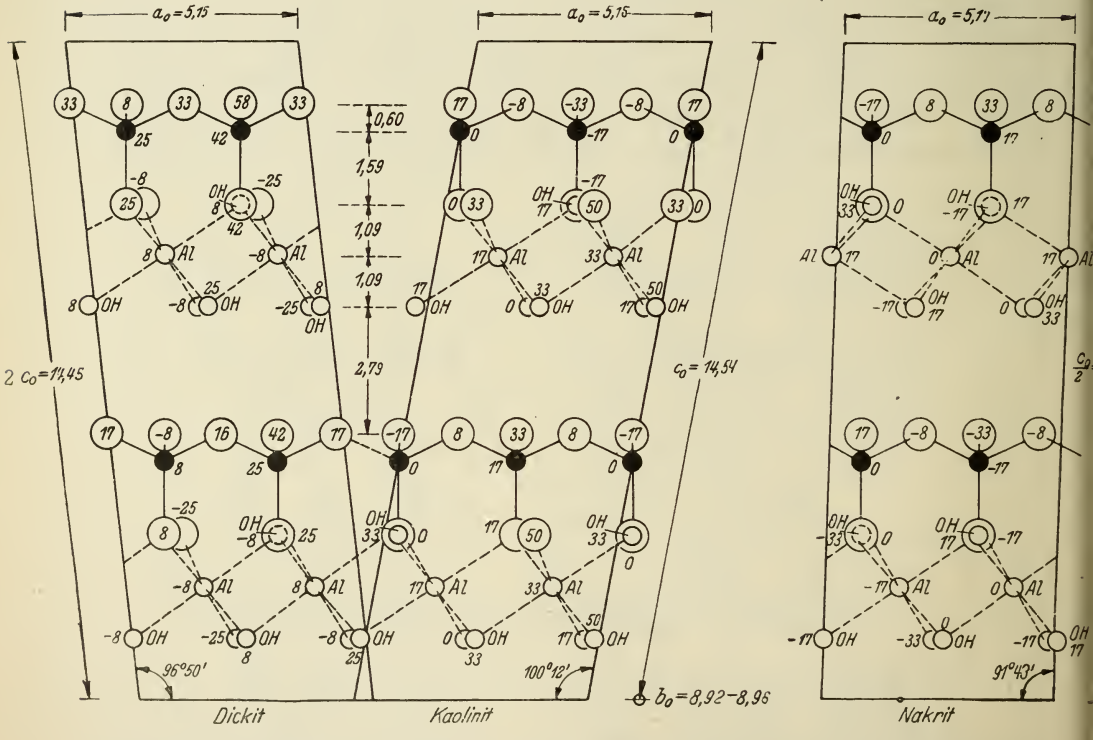


Fig. 60. Die Strukturen von Kaolinit, Dickit und Nakrit (nach Gruner). Projektion auf b (010). Um die O- und OH-Ionen, soweit sie übereinanderliegen würden, zeigen zu können, wurden geringe seitliche Verschiebungen vorgenommen

sich voneinander dadurch, daß die Schichtenfolge im Kaolinit nur 1 Schicht umfaßt ($c_0 = 7{,}37$, Brindley und Robinson 1946), im Dickit 2 Schichten ($c_0 = 14{,}45$, Gruner 1932), im Nakrit 4 Schichten ($c_0 = 28{,}72$, Gruner 1932); Cronstedtit besitzt 3-Schichten-Kaolintyp. Die Einzelheiten der Strukturen sind aus Fig. 60 ersichtlich. Al ist von 2 O + 4 OH oktaedrisch umgeben.

Aus den Strukturtypen von Pyrophyllit und Kaolinit gehen durch Einlagerung von H_2O- bzw. OH-Schichten „expandierte Schichtsilikate" hervor: einem H_2O-expandierten Pyrophyllit- und Talk-Typus entsprechen die Montmorillonite bzw. Vermiculite, einem durch OH-(Brucit-)Schichten expandierten Talk entsprechen die Chlorite. Ein durch H_2O expandierter Kaolinit ist identisch mit Halloysit, ein durch OH expandierter Kaolinit ist bisher nicht bekannt.

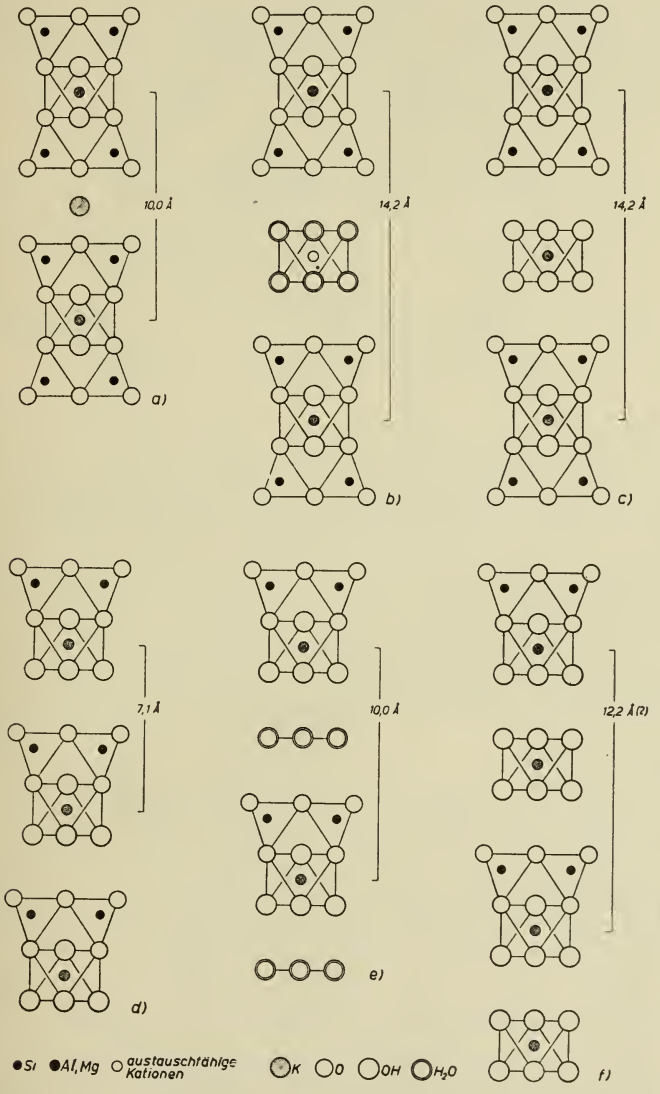


Fig. 61. Schematische Darstellung der Phyllosilikattypen:
a) Muskovit bzw. Biotit, b) Montmorillonit bzw. Vermiculit, c) Chlorit,
d) Kaolinit bzw. Serpentin, e) Halloysit, f) bisher unbekannt

F. Tektosilikate

Orthoklas $K[AlSi_3O_8]$ (W. H. Taylor 1933). Monoklin. C_{2h}^3—C2/m. Z = 4. Silizium und Aluminium verhalten sich strukturell gleichwertig und bilden mit Sauerstoff ein Gerüst von (Si, Al)O_4-Tetraedern, in dessen Hohlräumen sich die Kaliumionen befinden. Die Struktur kann man sich durch Verknüpfung und Deformation von Ringen $(Si, Al)_4O_{12}$ wie in Fig. 45d aufgebaut denken. Zunächst entstehen Ketten von Viererringen wie in Fig. 62. Diese verlaufen entsprechend der Andeutung in Fig. 63 parallel der a-Achse durch die Mitte der beiden Sektanten der Elementarzelle. Die mit R bezeichneten O-Ionen liegen auf Spiegelebenen, die mit D bezeichneten auf zweizähligen Drehungsachsen. Durch Ausführung dieser Symmetrie-

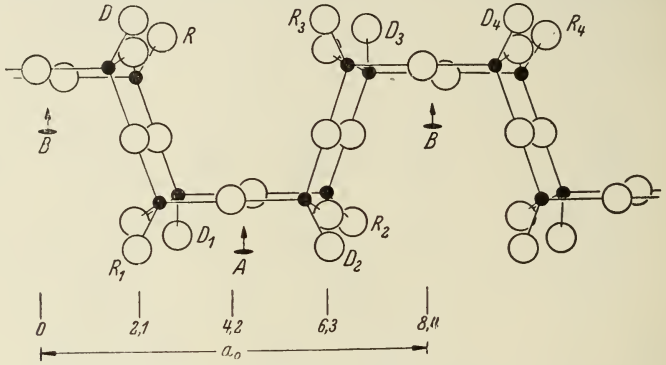


Fig. 62. Aus Viererringen bestehende Tetraederketten, welche die Baugruppen der Feldspate bilden. Idealisierte Zeichnung

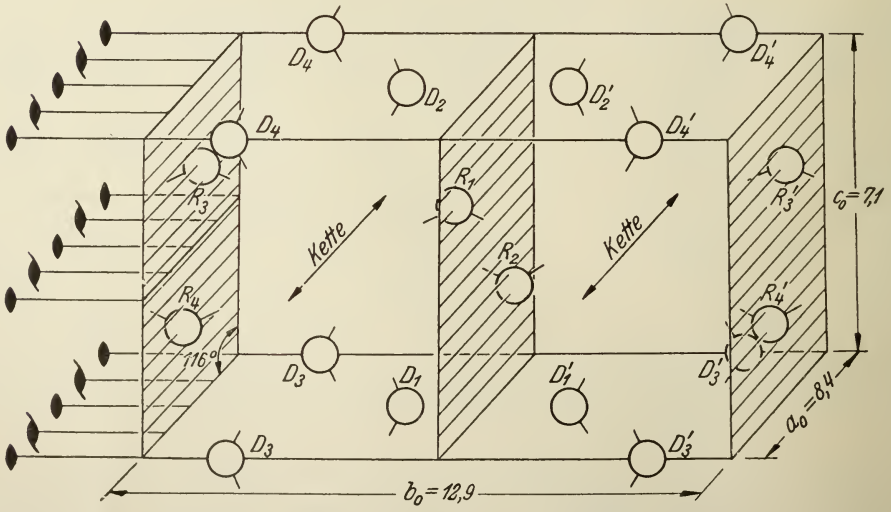


Fig. 63. Elementarzelle und Symmetrieelemente von Orthoklas. Die Ketten der Fig. 62 verlaufen in Richtung der angegebenen Pfeile und stehen über die Sauerstoffionen R und D mit den Nachbarketten in Verbindung. R und D gehören jeweils gleichzeitig zu zwei verschiedenen Ketten

operationen erhält man die Verknüpfung der benachbarten Tetraederketten über die Sauerstoffe R und D.

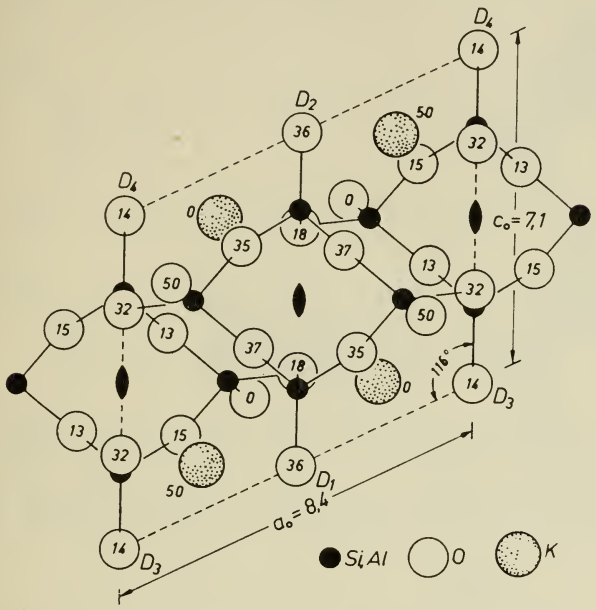


Fig. 64. Projektion der Orthoklasstruktur auf b (010). Es ist nur der untere bzw. der linke Sektant der Fig. 63 gezeichnet. Die Verknüpfung mit dem oberen Sektanten erfolgt durch die Sauerstoff- und Kaliumionen mit der Höhenlage 50.

Die **Plagioklase** sind nach dem gleichen Strukturschema wie die Orthoklase aufgebaut (W. H. Taylor, J. A. Darbyshire und H. Strunz 1934). Der Ersatz von K durch die kleineren Na- und Ca-Ionen führt zu einer relativ geringen Deformation mit trikliner Strukturssymmetrie, was von F. Machatschki bereits 1928 vorausgesagt worden war. Die Elementarzelle der Ca-reichen Plagioklase weist gegenüber den Ca-armen Plagioklasen eine Verdoppelung von c_0 auf.

Die **faserigen Zeolithe** sind nach L. Pauling, W. H. Taylor und dessen Mitarbeitern nach einem einheitlichen Bauprinzip aufgebaut. Ringe $(Si,Al)_4O_{12}$, wie in Fig. 45 d oder 65 a, sind durch paarweises Auf- und Niederklappen gegenüberliegender Tetraeder symmetrisch deformiert. Diese Ringe liegen in Richtung der c-Achse derart übereinander, daß zwischen benachbarten Ringen ein weiteres mit Al oder Si zu besetzendes Tetraederzentrum zustande kommt. Seitenansichten und eine Basisprojektion dieser Ketten sind in den Teilfiguren 65 a—d dargestellt. Der schematische Grundriß von 65 e ist in Fig. 66 verwendet worden, um die Struktur von Edingtonit $Ba[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 4H_2O$ zu veranschaulichen. Ba und H_2O sind nicht gezeichnet. Sie befinden sich in den im Querschnitt rautenförmigen Kanälen, längs deren sie, insbesondere das H_2O, bequem abgegeben und wieder aufgenommen werden können.

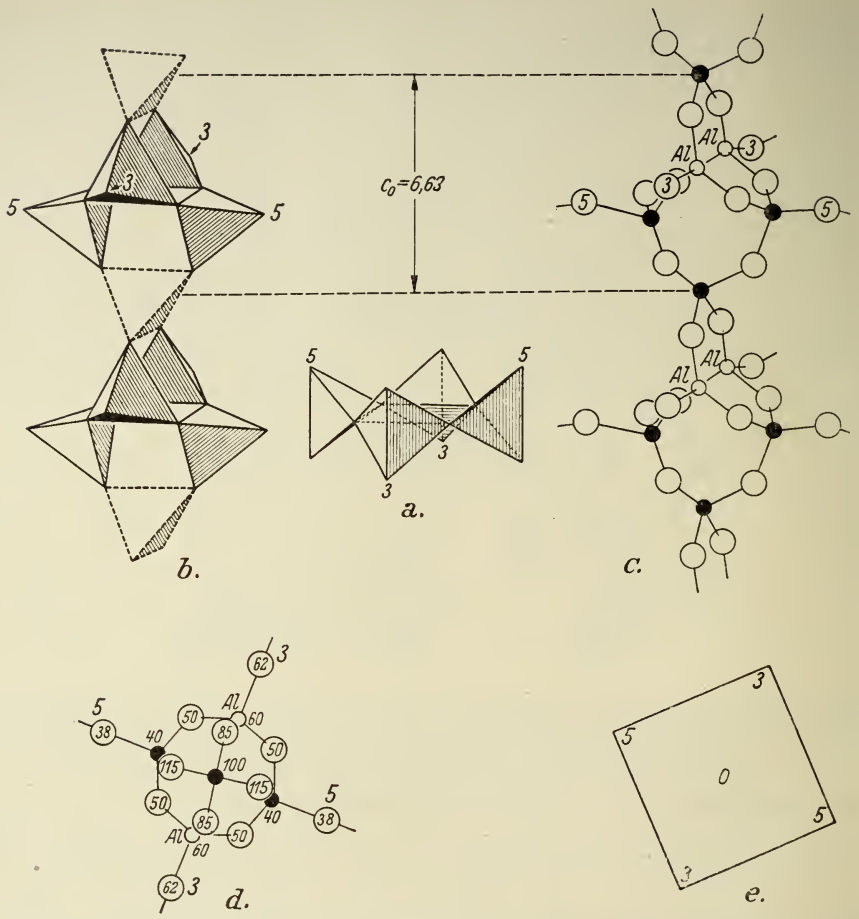


Fig. 65. Baugruppen der Faserzeolithe. Ringe $(Si, Al)_4O_{12}$, welche in Richtung der c-Achse derart übereinanderliegen, daß an jeder Berührungsstelle ein weiteres Tetraeder entsteht. Die Verknüpfung mit benachbarten Ketten erfolgt über die gemeinsamen Sauerstoffe 3 und 5

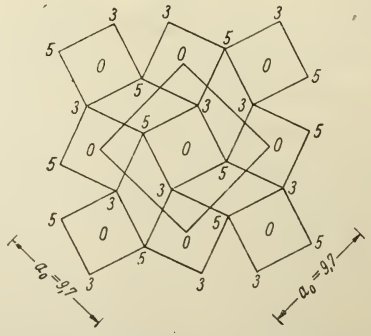


Fig. 66. Schematische Basisprojektion von Edingtonit. Die Quadrate 3—5—3—5 sollen Ketten wie in Fig. 65 darstellen. Ba und H_2O sind nicht gezeichnet; sie liegen in den rautenförmig erscheinenden Kanälen, welche parallel der c-Achse verlaufen

Zweiter Teil

Systematik der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage

I.

Klasse der Elemente (Legierungen, Carbide, Nitride, Phosphide)

Übersicht:

A.) Metalle

1.) Kupfer-Reihe	Cu, Ag, Au; Pb.
2.) Quecksilber-Amalgam-Gruppe	Hg, (Ag, Hg), Au_2Hg_3, PdHg.
3a) Osmiridium-Reihe	(Os, Ir), (Ir, Os);
b) Platin-Reihe	Pd, Ir, Pt.
4a) Eisen-Reihe	Fe, (Fe, Ni);
b) Nickel-Reihe	(Ni, Fe), Ni.
5.) Zink-Zinn-Gruppe	Zn; Sn.

B.) Metalloide und Nichtmetalle

1.) Arsen-Reihe	As, Sb, Bi.
2.) Kohlenstoff-Gruppe	C.
3.) Schwefel-Selen-Gruppe	S; Se, Te.

A.) Metalle

1.) Kupfer-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^5 - Fm3m$. Struktur: Flächenzentrierter Würfel mit Z = 4. Isomorphie.

Kupfer	Cu	$a_0 = 3{,}6153$[1])
Silber	Ag	$a_0 = 4{,}0856$[1])
Gold	Au	$a_0 = 4{,}0783$[1])

Anhang:

Blei	Pb	$a_0 = 4{,}9495$[1])

Gold tritt meist in Legierung mit Silber (2 bis 20% und darüber), aber auch fast rein auf. **Elektrum** enthält 25 bis 28 und mehr Prozent Ag ($a_0 = 4{,}08$). Seifengold ist in der Regel reiner als Berggold. **Auricuprid** („Goldcuprid") ist z. T. $AuCu_3$ ($a_0 = 3{,}75$), z. T. Au_2Cu_3 ($a_0 = 3{,}84$), beide mit bekannter Über-

[1]) W. L. Bragg, Phil. Mag. **28**. 1914. 255 (Struktur, SB. **1**. 13). – Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20° C).

struktur; die erstgenannte Legierung ist von Victoria, die letztere von Karabasch im Südural bekannt geworden[2]). **Rhodit** und **Porpezit** sind Legierungen von Gold mit Rhodium bzw. Palladium.

[2]) P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1949. 69.

2.) Quecksilber-Amalgam-Gruppe. Heterotypie.

Quecksilber	Hg	$> -38{,}9°$ C: flüssig $< -38{,}9°$ C: Ditrigonal-skalencedr. D_{3d}^5 — P 3m $a_{rh} = 3{,}005$ $\alpha = 70°32'$ $Z = 1$[1]) Hexagonale Zelle: $a_0 = 3{,}47$ $c_0 = 6{,}72$ $c_0/a_0 = 1{,}937$ $Z = 3$ A10-Typ[1a])
Kongsbergit (α-Silberamalgam, 0—31 At.-% Hg)	α-(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^5 — Fm3m $a_0 = 4{,}09$—$4{,}19$ $Z = 4$[2]) Cu-Typ
Synthetisch (β-Silberamalgam, ca. 42—47 % Hg)	β-(Ag, Hg)	Dihexag.-dipyramidal D_{6h}^4 — $P6_3/mmc$ $a_0 = 2{,}99$ $c_0 = 4{,}86$ $c_0/a_0 = 1{,}625$ $Z = 2$[2]) Zn-Typ
Landsbergit (γ-Silberamalgam, ca. 56 At.-% Hg)	γ-(Ag, Hg)	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^9 — Im3m $a_0 = 10{,}03$—$10{,}05$ $Z = 52$[3]) wohl entsprechend γ-Messing
Goldamalgam	Au_2Hg_3	Kristallsystem unbekannt.
Potarit	PdHg	Kubisch-tetratoedrisch T^4 — $P2_13$ $a_0 = 5{,}22$ $Z = 4$[4]) B20-Typ[4a])

Kongsbergit von Kongsberg enthält 5—23 Gew.-% Hg, von Arqueros 13,5% (Arquerit), von Chile 30,8% (Bordosit). Landsbergit mit ca. 50 bis 70 Gew.-% Hg ist von Moschel-Landsberg/Pfalz, Sala/Schweden und Allemont/Frankreich bekannt geworden.

Das natürlich vorkommende Goldamalgam enthält ca. 40% Au und 60% Hg. Experimentell ergab sich, daß Gold etwa 15% Hg löst, wobei a_0 von 4,08 auf 4,12 steigt, α-Goldamalgam. Bei 25% Hg entsteht eine hexagonale Struktur mit sehr engem Homogenitätsgebiet, $a_0 = 2{,}92$, $c_0 = 4{,}80$, $c_0/a_0 = 1{,}64$, β-Goldamalgam. Zwei weitere Phasen unbekannter Struktur sind noch in den Gebieten von 50—60 und 65—70% Hg vorhanden.

[1]) R. F. Mehl & Ch. S. Barrett, Am. Engr. Techn. Publ. **225**. 1929 (Gitterkonstanten). – Bestätigt durch C. M. Neuburger, Z. anorg. Chem. **212**. 1933. 40.

[1a]) L. W. McKeehan & P. P. Cioffi, Phys. Rev. **19**. 1922, 444 (Struktur). – Bestätigt durch spätere Arbeiten (SB. **1**. 737, u. a.).

[2]) A. J. Murphy & G. D. Preston, J. Inst. Met. **46**. 1931. 507. – St. Stenbeck, Z. anorg. Chem. **214**. 1933. 16.

[3]) H. Berman & G. A. Harcourt, Am. Min. **23**. 1938. 761. – Vgl. A. J. Murphy & G. D. Preston 1931; St. Stenbeck 1933.

[4]) MA. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **49**. 1945. 71. – [4a]) SB. **2**. 13, FeSi.

Potarit tritt in inniger Verwachsung mit einer etwa 10% der Gesamtsubstanz einnehmenden Einschlußkomponente auf.

3.) Osmiridium-Platin-Gruppe.

Von den reinen Platinmetallen kristallisieren Ruthenium und Osmium hexagonal mit Strukturen vom Zink-Typus; Rhodium, Palladium, Iridium und Platin kristallisieren kubisch mit Strukturen vom Kupfer-Typus.

3a) Osmiridium-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal. $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$. Isomorphie.

Ruthenium (künstlich)	Ru	$a_0 = 2{,}7038$	$c_0 = 4{,}2816$	$c_0/a_0 = 1{,}584$	$Z = 2$[1])
Osmium (künstlich)	Os	$a_0 = 2{,}7333$	$c_0 = 4{,}3191$	$c_0/a_0 = 1{,}580$	$Z = 2$[1])
Osmit	(Os, Ir,...)	$a_0 = 2{,}715$	$c_0 = 4{,}296$	$c_0/a_0 = 1{,}582$	$Z = 2$[2])
Osmiridium	(Ir, Os,...)	$a_0 = 2{,}625$	$c_0 = 4{,}243$	$c_0/a_0 = 1{,}616$	$Z = 2$[2])

3b) Platin-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^5 — Fm3m. Isomorphie.

Rhodium (künstlich)	Rh	$a_0 = 3{,}8034$	$Z = 4$[1])
Palladium	Pd	$a_0 = 3{,}8902$	$Z = 4$[1])
Iridium	Ir	$a_0 = 3{,}8389$	$Z = 4$[1])
Platin	Pt	$a_0 = 3{,}9237$	$Z = 4$[1])

Ruthenium und reines Osmium sind als Mineralien unbekannt. Osmit **(Syssertskit, Iridosmin)** enthält 80—50 Gew.-% Os, von den übrigen Platinmetallen in erster Linie Ir, daneben Ru, Pt und Rh. Osmiridium (**Newjanskit**, z. T. irrtümlich „Iridosmin") ist mit 50% Ir bekannt geworden, von den übrigen Platinmetallen ist vorzugsweise Os zugegen. **Ruthenosmirid(ium)**, mit rund 40% Ir, 40% Os und 20% Ru, kristallisiert gleichfalls hexagonal.

Vom Palladium ist in der Natur angeblich auch eine hexagonale Modifikation, das **Allopalladium** (vom Harz), beobachtet worden; „Allopalladium" von Britisch-Guayana hat sich als Potarit, PdHg, erwiesen.

Aurosmirid ist Iridium mit je 25% Osmium und Gold und kristallisiert kubisch mit $a_0 = 3{,}85$.

Mineralisches Platin enthält stets wesentliche Mengen von Fe (4—21%), sog. **Eisenplatin**; desgleichen sind die sonstigen Platinmetalle, und zwar in der abnehmenden Häufigkeit Ir, Os, Rh, Pd, Ru, vorhanden; sie trugen dem Mineral auch den Namen **Polyxen** ein. Das an Ir reiche Platin wird als **Iridiumplatin** bezeichnet.

---

[1]) Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20° C).

[2]) O. E. Swjaginzeff & B. K. Brunowski, Z. Krist. **83**. 1932. 187 (Gitterkonstanten für „Syssertskit" von Syssertsk und „Newjanskit" von Newjansk).

Stannopaladinit[3]), Pd_3Sn_2, bildet kubische Kristalle. **Niggliit**, wahrscheinlich PtSn[4]), hexagonal, könnte entsprechend dem synthetischen PtSn eine Struktur vom NiAs-Typus besitzen.

[3]) J. N. Maslenitzky, P. V. Faleew & E. V. Iskyul, Doklady Akad. Wiss. USSR **58**. 1947. 1137.

[4]) P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1950. 69. – Vgl. W. O. J. Groeneveld Meijer Am. Min. **40**. 1955. 693.

4.) Eisen-Nickel-Gruppe. Dimorphie. Eisen und Nickeleisen kristallisieren bei gewöhnlicher Temperatur mit innenzentriertem Würfel und $Z = 2$; Nickel und Awaruit besitzen Strukturen vom Kupfer-Typus.

4a) Eisen-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^9 — Im3m. Begrenzte Diadochie.

Eisen	α-Fe	$a_0 = 2{,}8664$	$Z = 2$[1])
Nickeleisen	α-(Fe, Ni)	$a_0 = 2{,}87 - 2{,}88$	$Z = 2$[2])

4b) Nickel-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^5 — Fm3m. Begrenzte Diadochie.

Awaruit (Eisennickel)	(Ni, Fe)	$a_0 = 3{,}52 - 3{,}59$	$Z = 4$[2])
Nickel (künstlich)	Ni	$a_0 = 3{,}5238$	$Z = 4$[1])

Tellurisches Eisen besitzt meist kleine Gehalte an Ni und Co. Nickeleisen mit 6—12% Ni kommt in Eisenmeteoriten, mit bis zu 20% Ni in Steinmeteoriten vor. Die meisten Eisenmeteoriten, die sog. Oktaedrite, bestehen aus dem Ni-armen Balkeneisen **(Kamazit)**, dem Ni-reichen Bandeisen **(Taenit)**, das an der Außenseite der Kamazitbalken sitzt, und schließlich aus dem Fülleisen **(Plessit)**, einem feinlamellaren Aggregat von Kamazit und Taenit. Taenit soll nach neueren Untersuchungen aus Orthotaenit (Fe_2Ni) und randlich aus Metataenit (Fe_6Ni) bestehen.

Reines Nickel ist als Mineral unbekannt. **Awaruit, Josephinit** und **Souesit** sind tellurisches Nickel mit Ni : Fe im Verhältnis 2 : 1 bis 3 : 1. (Awaruit von Grants Pass in Oregon enthält rund 30mal soviel Gase, hauptsächlich H_2 und CO_2, als seinem Volumen entspricht.)

Künstlich dargestelltes Eisennickel mit einem Ni-Gehalt von 100 bis nur 35% kristallisiert in der Awaruitphase. Sinkt der Ni-Gehalt unter 25%, so tritt der Strukturtypus des α-Eisens auf (Nickeleisen). Zwischen beiden Grenzen, die übrigens temperaturabhängig sind, befindet sich eine Mischungslücke.

Cohenit, Fe_3C, rhombisch-dipyramidal, ist im tellurischen und kosmischen Eisen

bekannt geworden und entspricht dem Cementit der Metallographie; $a_0 = 4{,}53$, $b_0 = 5{,}08$, $c_0 = 6{,}75$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}892 : 1 : 1{,}329$, D_{2h}^{16} – Pbnm, $Z = 4$[3]).

Chalypit, Fe_2C, aus Meteoriten, kristallisiert wahrscheinlich niedrigsymmetrisch; das Röntgenogramm konnte bisher nicht gedeutet werden.

Schreibersit (Rhabdit, mit nadelförmigem Habitus), $(Fe, Ni, Co)_3P$, häufig in Meteoriten, kristallisiert tetragonal-skalenoedrisch; $a_0 = 9{,}03$, $c_0 = 4{,}43$, $c_0/a_0 = 0{,}495$, die Raumgruppe ist wahrscheinlich $S_4^2 - I\bar{4}$, $Z = 8$[4]).

Siderazot (Silvestrit), ein nur derb bekanntes tellurisches Eisennitrid, ist sicherlich ein Glied der kontinuierlichen hexagonalen Mischkristallreihe Fe_2N-Fe_3N (ε-Phase im System Fe-N); für $Fe_{2^1/_2}N$ ist $a_0 = 2{,}74$, $c_0 = 4{,}39$, $c_0/a_0 = 1{,}602$, $D_{3d}^1 - P\bar{3}1m$.

Osbornit, TiN, flächenzentriertes kubisches Gitter mit $a_0 = 4{,}25$, wurde aus Meteoriten bekannt[5]).

[1]) A. W. Hull, Phys. Rev. **9**. 1917. 84; **10**. 1917. 661; **14**. 1919. 540 (Struktur, SB. **1**. 15). – Ch. S. Barrett, Structure of Metals, London 1953 (Präzisionsgitterkonstanten für die reinen Metalle bei 20° C).

[2]) E. A. Owen & B. D. Burns, Min. Mag. **25**. 1939. 415 (für Awaruit). – J. Joung, Proc. Roy. Soc. **112**. 1926. 630; A. O. Jung, Z. Krist. **65**. 1927. 309 (für Kamazit und Taenit) siehe weitere Arbeiten über Fe-Ni-Legierungen.

[3]) S. B. Hendricks, Z. Krist. **74**. 1930. 534 (Struktur, SB. **2**. 33). — H. Lipson & N. J. Petch, J. Iron Steel Inst. **142**. 1940. 95 u. 104 (Struktur, SR. **9**. 40).

[4]) F. Heide, E. Herschkowitsch & E. Preuß, Chem. d. Erde **7**. 1932. 483.

[5]) F. A. Bannister, Min. Mag. **26**. 1941. 36.

5.) Zink-Zinn-Gruppe.

Die Zinkstruktur ist eine einfache hexagonal dichteste Kugelpackung; Zinn besitzt eine stark tetragonal deformierte Diamantstruktur.

Zink	Zn	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
		$a_0 = 2{,}664$ $c_0 = 4{,}945$ $c_0/a_0 = 1{,}856$ $Z = 2$[1])
Zinn (weiß)	β-Sn	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
		$a_0 = 5{,}831$ $c_0 = 3{,}182$ $c_0/a_0 = 0{,}546$ $Z = 4$[2])

Das Natur-Vorkommen von Zink ist nicht ganz unbestritten; β-Zinn ist gegenüber der üblichen Aufstellung um 45° gedreht; α-Zinn (grau), als Mineral unbekannt, besitzt eine Struktur vom Diamanttypus ($a_0 = 6{,}47$).

[1]) A. W. Hull & W. P. Davey, Phys. Rev. **17**, 1921. 266, 549, 571 (Struktur, SB. **1**. 16). – W. Stenzel & J. Weerts, Z. Krist. **84**. 1932. 20 (Gitterkonst.)

[2]) H. Mark & M. Polanyi, Z. Phys. **18**. 1923. 75; **22**. 1924. 200 (Struktur, SB. **1**. 21). – W. Stenzel & J. Weerts 1932, l. c. (Gitterkonst.).
Weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

B.) Metalloide und Nichtmetalle

1.) Arsen-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch, $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$. Isotypie.

Arsen	As	$a_{rh} = 5{,}61$ $\alpha = 85°38'$ $Z = 8$ $c/a = 1{,}4025$[1])
		$a_{rh}' = 4{,}150$ $\alpha = 54°07'$ $Z = 2$[1])
Stibarsen	AsSb	Mit Gitterdimensionen zwischen As und Sb

Antimon	Sb	$a_{rh} = 6{,}21$ $\alpha = 86°58'$ $Z = 8$ $c/a = 1{,}3236$[2])
		$a_{rh}' = 4{,}506$ $\alpha = 57°06'$ $Z = 2$[2a])
Wismut	Bi	$a_{rh} = 6{,}57$ $\alpha = 87°34'$ $Z = 8$ $c/a = 1{,}3035$[3])
		$a_{rh}' = 4{,}745$ $\alpha = 57°14'$ $Z = 2$[3a])

Allemontite sind eutektoide Gemenge von Stibarsen mit As oder Sb; Stibarsen, wenn allein vorhanden, wird auch als „homogener Allemontit" bezeichnet (Wretblad 1941).

Arsenolamprit ist eine zweite Modifikation von Arsen mit wohl schichtgitterartiger Struktur. Wismut wandelt sich bei 75° C in eine andere Modifikation um; vielleicht zeigen deshalb die meisten Vorkommen bei erzmikroskopischer Betrachtung eine Umwandlungslamellierung.

Weißer **Phosphor,** kubisch, soll in einem Meteoriten vorhanden gewesen sein.

---

[1]) A. J. Bradley, Phil. Mag. **47**. 1924. 657 (Struktur, SB. **1**. 25). – Vgl. G. Hägg & A. G. Hybinette, Phil. Mag. **20**. 1935. 913.

[2]) R. W. James & N. Tunstall, Phil. Mag. **40**. 1920. 233 (Struktur). – Vgl. G. Hägg & A. G. Hybinette 1935, l. c.

[2a]) E. R. Jette & F. Foote, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 605. – Vgl. W. F. Ehret & M. B. Abramson, J. Am. Chem. Soc. **56**. 1934. 385.

[3]) O. Hassel & H. Mark, Z. Phys. **23**. 1924. 269.

[3a]) E. R. Jette & F. Foote, 1935, l. c.; W. F. Ehret & M. B. Abramson, 1934, l. c. – Weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

2.) Kohlenstoff-Gruppe. Polymorphie.

Graphit-2H	α-C	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
		$a_0 = 2{,}46$ $c_0 = 6{,}88$ $c_0/a_0 = 2{,}797$ $Z = 4$[1])
Graphit-3R	α'-C	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\,3m$
		$a_0 = 2{,}46$ $c_0 = 10{,}06$ $c_0/a_0 = 4{,}090$ $Z = 6$[2])
Diamant	β-C	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd\,3m$
(ca. 3000°C, 30000 Atm.)		$a_0 = 3{,}5668$ $Z = 8$[3])

α-Graphit ist häufiger als α'-Graphit; beide treten im allgemeinen in inniger Paralleldurchwachsung nach der Basis auf. Ruß entspricht wohl einem Graphit-1Hd, also einem Graphit mit hexagonaler einschichtiger Struktur und Desorientierung der Schichten.

Die morphologische Symmetrie von Diamant entspricht meist der Klasse O_h, nicht selten jedoch auch eindeutig der Klasse T_d. Die Gittersymmetrie ist nach W. L. Bragg $O_h^7 - Fd3m$; nach C. V. Raman[3a]) gibt es von der Bragg-Struktur 4 auf verschiedener Orientierung der C-Atome beruhende Strukturvarianten, von welchen 2 der Klasse O_h und 2 der Klasse T_d angehören; Verwachsungen bzw. Verzwillingungen der einzelnen Strukturtypen führen zu Mosaikstruktur.

Bezüglich der strukturabhängigen physikalischen Eigenschaften sind zwei Typen von Diamanten unterscheidbar: Typus I besitzt eine ausgezeichnet perfekte Struktur, Typus II eine ausgezeichnete Mosaikstruktur, mit ± Fremdkörper-Zentren(?). Typus I bildet entweder kleine oder morphologisch schlecht ent-

wickelte Steine; Typus II bildet gute große Steine, offenbar auf Grund wachstumsfördernder Beeinflussung durch die Mosaiknatur bzw. Fremdstoffe. Die bekannte Umweganregung (222) tritt bei beiden Typen auf[3b]). Die photoelektrische Leitfähigkeit ist bei Typus I gut, bei II schlecht; Doppelbrechung fehlt bei I und ist bei II vorhanden; UV- und Infrarot-Absorption sind wesentlich verschieden[3c]).

Als **Bort** werden hauptsächlich die nur für Industriezwecke verwertbaren Diamanten bezeichnet; **Carbonados** sind graphithaltige, erbsen- bis eigroße Rollstücke von „koksartiger" Beschaffenheit.

Durch Erhitzen von Diamant im Vakuum auf ca. 2000° C erhält man Graphit mit stark bevorzugter Orientierung [0001] Graphit || [111] Diamant[4]). **Cliftonit,** aus Eisenmeteoriten, ist eine Pseudomorphose von Graphit nach einem kubischen Mineral, offenbar nicht Diamant, denn die c-Achsen der Mikrokristalle verlaufen parallel zu den vierzähligen Achsen des Würfels. **Moissanit,** SiC, dihexagonal-pyramidal, $C_{6v}^4 - P6_3mc$, kommt in Meteoriten vor und entspricht dem Carborund-II, $a_0 = 3{,}08$, $c_0 = 15{,}10$, $c_0/a_0 = 4.90$, $Z = 6$[5]).

---

[1]) G. E. Bacon, Acta Cryst. **4**. 1951. 558. – Vgl. A. W. Hull, Phys. Rev. **10**. 1917. 661 (Struktur, SB. **1**. 28); O. Hassel & H. Mark, Z. Physik **25**. 1924. 317; J. D. Bernal, Proc. Roy. Soc. **106**. 1924. 749; U. Hofmann & D. Wilm, Z. Elektrochem. **42**. 1936. 504; weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

[2]) H. Lipson & A. R. Stokes, Proc. Roy. Soc. **181**. 1942. 101; H. P. Rooksby & E. G. Steward, Nature **159**. 1947. 638 (Struktur, SR. **11**. 198). – H.-P. Boehm & U. Hofmann, Z. anorg. Chem. **278**. 1955. 58.

[3]) W. H. & W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1913. 277 (Struktur, SB. **1**. 19). – K. Lonsdale, Nature **155**. 1945. 144; Phil. Trans. Roy. Soc. **340** A. 1947 (Präzisionsgitterkonstante).

[3a]) C. V. Raman, Proc. Ind. Acad. Sci. **19** A. 1944. 189. – C. V. Raman & G. R. Rendall, Proc. Ind. Acad. Sci. **19** A. 1944. 265.

[3b]) M. Renninger, Acta Cryst. **8**. 1955. 606.

[3c]) G. B. B. M. Sutherland, D. E. Blackwell & W. G. Simeral, Nature **174**. 1954. 901.

[4]) H. J. Grenville-Wells, Min.-Mag. **29**. 1952. 803.

[5]) H. Ott, Z. Krist. **61**. 1924. 515. — G. Borrmann & H. Seyfarth, Z. Krist. **86**. 1933. 472. — N. W. Thibault, Am. Min. **29**. 1944. 327.

3.) Schwefel-Selen-Gruppe. γ-Se und Te sind isotyp.

Schwefel α-S

Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24} - Fddd$
$a_0 = 10{,}44$ $b_0 = 12{,}84_5$ $c_0 = 24{,}37$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}813 : 1 : 1{,}897$
Zellinhalt: 16 ringförmige Moleküle S_8

β-Schwefel ($> 95{,}6$°C) β-S

Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 10{,}92$ $b_0 = 10{,}98$ $c_0 = 11{,}04$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}995 : 1 : 1{,}006$
$\beta = 96°44'$
Zellinhalt: 6 Moleküle S_8

Selen γ-Se Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - P3_121$ und $D_3^6 - P3_221$
$a_0 = 4{,}36$ $c_0 = 4{,}96$ $c_0/a_0 = 1{,}138$ $Z = 3$[3])

Tellur Te Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - P3_121$ und $D_3^6 - P3_221$
$a_0 = 4.46$ $c_0 = 5{,}93$ $c_0/a_0 = 1{,}33$ $Z = 3$[3])
$c/a = 1{,}3298$ $\alpha = 86°47'$.

α-Schwefel tritt nicht selten in schönen großen Kristallen von rhombisch-disphenoidischer Symmetrie auf, eine Hypomorphie (W. Kleber 1956), verursacht durch asymmetrische Lösungsgenossen während des Kristallwachstums (L. Royer 1930).

β-Schwefel, der gelegentlich in Vulkanen und brennenden Flözen bei Temperaturen über 95,6° C entsteht, wandelt sich unter dieser Temperatur schnell in α-Schwefel um. Der ebenfalls monokline **γ-Schwefel (Rosickyit)** wurde in der Natur ein einziges Mal beobachtet, $a:b:c = 1{,}0609:1:0{,}7094$, $\beta = 91°47'$. **Selenschwefel** ist eine diadoche Mischung von α-Schwefel mit sehr wenig Selen; aus Schmelzen künstlich erhaltene Mischkristalle mit 0—10 At.-% Selen haben die Struktur des rhombischen Schwefels, mit 55 bis 70 At.-% Selen die Struktur des γ-Schwefels, mit 90—100 At.-% Selen die des trigonalen (metallischen) Selens.

Aus Toluol-Lösung kristallisierter hexagonaler ε-Schwefel besitzt $a_0 = 10{,}9$, $c_0 = 4{,}27$, $c_0/a_0 = 0{,}392$, $Z = 18$[4]), bzw. $a_{rh} = 6{,}46$, $\alpha = 115°18'$, $Z = 6$, C_{3i}^2—R3[4a]). Er enthält warscheinlich Zickzackringe S_6.

Selen wurde als Mineral in zwei Modifikationen beobachtet, in einer der beiden roten monoklinen Modifikationen α oder β und in der trigonalen γ-Modifikation.

Tellur enthält häufig etwas Selen in diadocher Vertretung; im **Selentellur** (Te, Se), sollen bis 30 Gew.-% Selen vorhanden sein.

---

[1]) B. E. Warren & J. T. Burwell, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 6 (Struktur, SB. **3**. 5). – S. C. Abrahams, Acta Cryst. **8**. 1955. 661 (Verfeinerte Strukturbestimmung).

[2]) J. T. Burwell, Z. Krist. **97**. 1937. 123.

[3]) A. J. Bradley, Phil. Mag. **48**. 1924. 477 (Struktur, SB. **1**. 27). – M. K. Slattery, Phys. Rev. **25**. 1925. 333.

[4]) C. Frondel & R. E. Whitfield, Acta Cryst. **3**, 1950. 242. – [4a]) J. D. H. Donnay, Acta Cryst. **8**. 1955. 245.

II.

Klasse der Sulfide (Selenide, Telluride, Arsenide, Antimonide, Bismutide)

Übersicht:

A.) R : S > 1 : 1 (einschließlich aller Telluride von Cu, Ni, Ag, Au, Pt, Bi)

1.) Whitneyit-Dienerit-Gruppe	(Cu, As), Ni_3As.
2.) Chilenit-Dyskrasit-Gruppe	(Ag, Bi), Ag_3Sb.
3.) Kupfer-Nickel-Telluride	Cu_3Te_2, Cu_5Te_3, $NiTe_2$.
4.) Silber-Gold-Telluride	Ag_2Te, $AgTe$, Au_2Te_3, $AuAgTe_4$.
5.) Tellurobismutit-Gruppe	Bi_2Te_3 . . .
6.) Chalkosin-Gruppe	Cu_2S.
7.) Argentit-Gruppe	Ag_2S.
8.) Stromeyerit-Gruppe	$Cu_2S \cdot Ag_2S$, $Cu_2Se \cdot Ag_2Se$.
9.) Pentlandit-Parkerit-Gruppe	$(Fe, Ni)_9S_8$, $Ni_3(Bi,Pb)_2S_2$

B.) R : S = 1 : 1

ZnS-Typus und Verwandte

1.) Zinkblende-Reihe	α-ZnS.
2.) Chalkopyrit-Gruppe	$CuFeS_2$.
3.) Tetraedrit-Reihe	Cu_3SbS_{3-4}.
4.) Wurtzit-Reihe	β-ZnS.
5a) Enargit-Reihe	Cu_3AsS_4;
b) Luzonit-Reihe	Cu_3AsS_4.
6.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe	$CuFe_2S_3$, $AgFe_2S_3$.

NiAs-Typus und Verwandte

7a) NiAs-Reihe	FeS;
b) Millerit-Reihe	β-NiS.

PbS-Typus und Verwandte

8.) Galenit-Reihe	PbS.
9.) Miargyrit-Schapbachit-Gruppe	$AgSbS_2$, $AgBiS_2$.

10.) Herzenbergit-Reihe	SnS, $PbSnS_2$.
11.) Cinnabarit-Platynit-Gruppe	HgS, $PbBiSSe_2$.

Weitere Strukturtypen

12.) Covellin-Reihe	CuS.
13.) Braggit-Cooperit-Gruppe	(Pt, Pd, Ni)S, PtS.

C.) R : S < 1 : 1 > 1 : 2

1.) Antimonit-Reihe	Sb_2S_3.
2.) Kupferspießglanze	$Cu_2S \cdot Sb_2S_3$, $Cu_2S \cdot Bi_2S_3$ . . .
3.) Silberspießglanze	$Ag_2S \cdot As_2S_3$, $Ag_2S \cdot 3\,Bi_2S_3$ . . .
4.) Bleikupferspießglanze	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$, $2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$ . . .
5.) Bleisilberspießglanze	$4\,PbS \cdot 2\,Ag_2S \cdot 6\,Sb_2S_3$ . . .
6a) Bleiarsenspießglanze	$PbS \cdot As_2S_3$, $3\,PbS \cdot 2\,As_2S_3$ . . .
b) Bleiantimonspießglanze	$PbS \cdot Sb_2S_3$ . . .
c) Bleiwismutspießglanze	$PbS \cdot Bi_2S_3$ . . .
7a) Proustit-Reihe	Ag_3AsS_3;
b) Xanthokon-Reihe	Ag_3AsS_3.
8.) Linneit-Reihe	Co_3S_4.

D.) R : S = 1 : 2

1.) Pyrit-Reihe	FeS_2.
2a) Cobaltin-Reihe	$CoAsS$;
b) Ullmannit-Reihe	$NiSbS$.
3.) Markasit-Löllingit-Gruppe	FeS_2, $FeAs_2$.
4.) Arsenopyrit-Gruppe	$FeAsS$.
5.) Molybdänit-Reihe	MoS_2.

E.) R : S < 1 : 2

einschließlich der Sulfide mit nichtmetallischem Charakter

1.) Skutterudit-Reihe	$CoAs_{3-2}$
2.) Patronit-Realgar-Gruppe	VS_4, As_4S_3, As_4S_4, As_2S_3 . . .

A.) Metallreiche Sulfide

(R: S > 1 : 1, einschließlich aller Telluride von Cu, Ni, Ag, Au, Pt, Bi)

1.) Whitneyit-Dienerit-Gruppe (mit Cu, Ni).

Whitneyit	(Cu, As)	Kubisch Mischkristalle von Cu mit As bis 12%
Algodonit	$Cu_{6-7}As$	Rhombisch-pseudohexagonal $a_0 = 2{,}59$ $c_0 = 4{,}23$ $c_0/a_0 = 1{,}633$[1])
α-Domeykit	α-Cu_3As	Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^6 - I\bar{4}3d$ $a_0 = 9{,}61$ $Z = 16$[1])

β-Domeykit	β-Cu_3As	Hexagonal $a_0 = 7{,}10$ $c_0 = 7{,}24$[1])
Horsfordit	Cu_6Sb	Derb
Dienerit	Ni_3As	Kubisch
Maucherit	Ni_4As_3	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$ $a_0 = 3{,}43$ $c_0 = 21{,}87$ $c_0/a_0 = 6{,}376$ $Z = 2$[2])
Hauchecornit	$(Ni, Co)_9(Bi, Sb)_2S_8$ (?)	Tetragonal $c/a = 1{,}05$ $a_0 = 7{,}35$ $c_0 = 5{,}40$ $c_0/a_0 = 0{,}734$[3])

Algodonit kann in der Elementarzelle nur 2 Atome, wohl in statistischer Verteilung, enthalten; kubischer Domeykit geht beim Erhitzen auf 225° C in hexagonalen β-Domeykit über (Steenberg 1938). **Stibiodomeykit** enthält etwas Sb für As. **Ledouxit,** angeblich $(Cu, Ni, Co)_4As$, kennt man nur ungenau; er ist wohl ein Gemenge von Algodonit mit Rotnickelkies.

---

[1]) B. Steenberg, Ark. Kem. Min. Geol. **12**. 1938. Nr. 26. – Vgl. F. Machatschki, N. Jb. Min. Beil. Bd. **59**. 1929. 137; Zbl. Min. 1930. 19; zu β-Domeykit auch K. Paděra, Rozbrave České Akad. **61**. 1951. Nr. 4.

[2]) M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229; Min. Mag. **25**. 1940. 557.

[3]) E. Hellner, priv. Mitt. 1949 ($D_4^5 - P4_22$); M. A. Peacock, Am. Min. **35**. 1950. 440 ($a_0 = 7{,}29$, $c_0 = 5{,}40$; P42m, P42 oder P4/mmm).

2.) Chilenit-Dyskrasit-Gruppe (mit Ag, Au, Pd).

Animikit	(Ag,Sb)	Kubisch Mischkristalle von Ag mit Sb bis rund 11%
Chilenit	(Ag,Bi)	Kubisch Mischkristalle von Ag mit Bi bis rund 10%
Huntilith	Ag_3As (?)	Vielleicht inhomogen
Dyskrasit	Ag_3Sb	Rhombisch-pyramidal, pseudohexagonal $C_{2v}^1 - Pmm2$ $a_0 = 2{,}99$ $b_0 = 5{,}23$ $c_0 = 4{,}82$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}572 : 1 : 0{,}922$ $Z = 1$
Maldonit	Au_2Bi	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd\,3m$ $a_0 = 7{,}98$ $Z = 8$[2])
Arsenopalladinit	Pd_3As	Hexagonal $D_{6h}^1 - P6/mmm$ (?) $a_0 = 6{,}80$ $c_0 = 3{,}48$ $c_0/a_0 = 0{,}512$ $Z = 2$[3])
Stibiopalladinit	Pd_3Sb	Optisch anisotrop

Arsenargentit ist ein zweifelhaftes Mineral von der ungefähren Zusammensetzung Ag_3As. Dem Animikit entspricht wohl der sog. kubische Dyskrasit. **Allargentum**[4]), die hexagonale ε-Phase von (Ag, Sb) mit 8–15% Sb, kommt im Dyskrasit von Cobalt, Ontario, vor.

Maldonit ist häufig in eine feinmyrmekitische Verwachsung von gediegen Gold und gediegen Wismut zerfallen.

[1]) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 31. – Vgl. F. Machatschki, Z. Krist. **67**. 1928. 169; A. Westgren, G. Hägg & S. Erikson, Z. phys. Chem. **4**. 1929. 453 u. a.

[2]) T. Jurriaanse, Z. Krist. **90**. 1935. 322, an künstlichen Kristallen. Cu_2Mg-Gitter. – P. Ramdohr ($a_0 = 7{,}96$), Akad. Wiss. Berlin 1953, V. 3–8.

[3]) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc. Notice No. **94**. 1956.

[4]) P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1950. 69.

Telluride von Cu, Ni, Ag, Au. Pt. Bi

3.) Gruppe der Kupfer-Nickel-Telluride.

Rickardit	$\sim Cu_3Te_2$	Ditetragonal-dipyramidal D^7_{4h}–P4/nmm $a_0 = 3{,}98$ $c_0 = 6{,}12$ $c_0/a_0 = 1{,}538$[1])
Weissit	Cu_5Te_3 (?)	Pseudokubisch $a_0 = 10{,}0$[2])
Synthetisch	Cu_2Te	Dihexagonal-dipyramidal D^1_{6h}–P6/mmm $a_0 = 4{,}25$ $c_0 = 7{,}29$ $Z = 2$[3])
Melonit	$NiTe_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch D^3_{3d}–P3m1 $a_0 = 3{,}84$ $c_0 = 5{,}26$ $c_0/a_0 = 1{,}370$ $Z = 1$[4])

Es bestehen begründete Hinweise, daß Weißit mit synthetischem Cu_2Te identisch ist[5]). Im System Ni-Te kennt man nach Tengnér (1938) eine lückenlose Mischkristallreihe zwischen NiTe ($a_0 = 3{,}97$, $c_0 = 5{,}36$, $c_0/a_0 = 1{,}35$) und $NiTe_2$ ($a_0 = 3{,}87$, $c_0 = 5{,}31$, $c_0/a_0 = 1{,}37$) mit Strukturübergängen vom NiAs- zum $Mg(OH)_2$-Typ.

[1]) S. A. Forman & M. A. Peacock, Am. Min. **34**. 1949. 441 (Struktur, SR. **12**. 158).

[2]) R. Hocart & R. Molé, C. R. Acad. Sci. Paris **234**. 1952. 111. – Nach R. M. Thompson: $a_0 = 7{,}24$ (Am. Min. **34**. 1949. 342).

[3]) H. Nowotny & J. Zemann, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1950. 315.

[4]) M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 204, Struktur vom Brucit-Typ.

[5]) M. Watanabe in P. Ramdohr, Zbl. Min. 1938, 129, auch Nowotny & Zemann, l. c.

4.) Gruppe der Silber-Gold-Telluride.

Hessit	Ag_2Te	Rhombisch-dipyramidal D^{25}_{2h}–Immm (?) $a_0 = 16{,}27$ $b_0 = 26{,}68$ $c_0 = 7{,}55$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}610 : 1 : 0{,}283$ $Z = 48$
β-**Hessit** (> 155° C)		Kubisch $a_0 = 6{,}64$ $Z = 4$
Petzit	$(Ag, Au)_2Te$	Vielleicht kubisch
Empressit (Stützit)	$Ag_{11}Te_8$	Dihexagonal-dipyramidal D^1_{6h}–P6/mmm $a_0 = 13{,}49$ $c_0 = 8{,}48$ $c_0/a_0 = 0{,}629$[2]) $Z = 3$
Muthmannit	(Ag, Au)Te	Tafelige Kristalle

Montbrayit Au_2Te_3

Triklin
$a_0 = 12{,}10 \quad b_0 = 13{,}46 \quad c_0 = 10{,}80$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}899 : 1 : 0{,}802$
$\alpha = 104°30^1/_2' \quad \beta = 97°34^1/_2' \quad \gamma = 107°53^1/_2'$
$Z = 12$

Sylvanit $AuAgTe_4$

Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$
$a_0 = 14{,}62 \quad b_0 = 4{,}49 \quad c_0 = 8{,}96$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}256 : 1 : 1{,}995 \quad \beta = 145°40'$
$Z = 2$

Krennerit } $(Au,Ag)Te_2$

Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^4 - Pma2$
$a_0 = 16{,}54 \quad b_0 = 4{,}46 \quad c_0 = 8{,}82$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}709 : 1 : 1{,}978 \quad Z = 8$

Calaverit }

Monoklin-pseudorhombisch $C_{2h}^3 - C2/m$ oder $C_2^3 - C2$
$a_0 = 7{,}19 \quad b_0 = 4{,}41 \quad c_0 = 5{,}08$[5a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}630 : 1 : 1{,}152 \quad \beta = 90°08' \quad Z = 2$

Nagyagit $AuTe_2 \cdot 6Pb(S,Te)$ (?)

Rhombisch-dipyramidal, pseudotetragonal
$a_0 = 12{,}5 \quad c_0 = 30{,}31 \quad c_0/a_0 = 2{,}420 \quad Z = 8$[6])

Die Formel von Empressit läßt sich allgemein ausdrücken als $Ag_{2-x}Te_{1+x}$, mit $x = 0{,}1-0{,}5$, also $Ag_{1,5}Te_{1,5}$ bis $Ag_{1,9}Te_{1,1}$[2]).

Montbrayit (Peacock und Thompson 1946) von Montbray, Quebec, bildet zinnweiße, bis zu 1 cm große Massen in Verwachsungsaggregaten mit Gold, Tellurobismutit, Altait, Petzit usw.; sehr brüchig, $H = 2^1/_2$, $D = 9{,}94$, 3 Absonderungsflächen (I10), (01Ī) und (I1Ī).

Die Struktur von Krennerit wird aus derjenigen von Sylvanit durch eine Art innere Verzwillingung nach a (100) entstehen; es sind z. B. vergleichbar $a_0 = 16{,}54$ von Krennerit mit $2a_0 \cdot \cos\beta = 16{,}57$ von Sylvanit. Des weiteren ist c_0 von Calaverit genau so groß wie $c_0 \cdot \cos\beta$ von Sylvanit; die Analogie der anderen Gitterkonstanten ist ohne weiteres erkennbar[7]).

Die Formel für Nagyagit läßt den Sb-Gehalt unberücksichtigt und ist als fraglich zu bezeichnen.

---

[1]) J. F. Rowland & L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 471.

[2]) R. M. Thompson, M. A. Peacock, J. F. Rowland & L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 458.

[3]) M. A. Peacock & R. M. Thompson, Am. Min. **31**. 1946. 515.

[4]) G. Tunell, Am. Min. **26**. 1941. 457; G. Tunell & L. Pauling, Acta Cryst. **5**. 1952. 375.

[5]) G. Tunell & C. J. Ksanda, J. Wash. Acad. Sci. **26**. 1936. 507; G. Tunell & K. J. Murata, Am. Min. **35**. 1950. 959 (Struktur, SR. **13**. 114); G. Tunell & L. Pauling 1952, l. c.

[5a]) G. Tunell & C. J. Ksanda, J. Wash. Acad. Sci. **25**. 1935. 32; **26**. 1936. 507 (Struktur, SB. **3**. 30); G. Tunell & L. Pauling, 1952, l. c.

[6]) B. Goßner, Zbl. Min. 1935. 321.

[7]) H. Strunz, Min. Tab. 1941. – Vgl. G. Tunell & K. J. Murata, Am. Min. **35**. 1950. 959.

5.) Tellurobismutit-Gruppe. Wohl Homöotypie.

Synthetisch	Bi_2Se_3	Hexagonal: $a_0 = 4{,}125$ $c_0 = 28{,}56$ $c_0/a_0 = 6{,}924$[1])
Paraguanajuatit	$Bi_2(Se, S)_3$	Hexagonal: $a_0 = 4{,}08$ $c_0 = 54{,}7$ $c_0/a_0 = 13{,}406$[2])
Tetradymit	Bi_2Te_2S	Hexagonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R3$ oder $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 10{,}33$ $\alpha = 24°10'$ $Z = 1$[3]) Hexagonal: $a_0 = 4{,}32$ $c_0 = 30{,}07$ $c_0/a_0 = 6{,}961$
Tellurobismutit	Bi_2Te_3	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 10{,}53$ $\alpha = 24°02'$ $Z = 1$[4]) Hexagonal: $a_0 = 4{,}39$ $c_0 = 30{,}6$ $c_0/a_0 = 6{,}97$
Hedleyit	Bi_2Te_3 (mit viel Bi „in fester Lösung")	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 39{,}76$ $\alpha = 6°26^1/_2'$ $Z \sim 1Bi_{14}Te_6$ Hexagonal: $a_0 = 4{,}47$ $c_0 = 119{,}0$[5])
Joseit	$Bi_4(Te, S)_3$ (?)	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_{rh} = 13{,}48$ $\alpha = 18°08'$[6]) Hexagonal: $a_0 = 4{,}25$ $c_0 = 39{,}77$ $c_0/a_0 = 9{,}358$

Hedleyit, Fundort südöstlich Hedley, Britisch-Columbia, dürfte sich strukturmäßig von Tetradymit und Tellurobismutit wohl lediglich durch Vervierfachung der hexagonalen c_0-Periode unterscheiden; die Pauschalformel ist Bi_5Te_2.

Csiklovait, $Bi_2Te(S, Se)_2$, ist ähnlich Tetradymit, soll sich aber von ihm in Farbe und Ätzverhalten unterscheiden[7]).

Grünlingit, angeblich Bi_4TeS_3, gibt nach Peacock (1941)[6]) gleiche Röntgenbilder wie Joseit, soll jedoch nach Garrido & Feo[8]) sowie Frondel (1939) ein selbständiges Mineral sein. Oruetit ist nach Garrido & Feo[8]) ein Gemenge von Grünlingit und Bi, nach Peacock[6]) identisch mit Joseit.

[1]) R. M. Thompson in J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.
[2]) P. Ramdohr, Com. rec. min. Mex., Bol. **20**. 1948. 1.
[3]) D. Harker, Z. Krist. **89**. 1934. 175 (Struktur, SB. **3**. 29).
[4]) C. Frondel, Am. J. Sci. **238**. 1940. 880; M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 67.
[5]) H. V. Warren & M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **49**. 1945. 55; R. M. Thompson, Am. Min. **34**. 1949. 342.
[6]) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **46**. 1941. 83.
[7]) S. Koch & J. Graselly, Acta Univ. Szeged., Acta min. petr. **2**. 1948. 1.
[8]) J. Garrido & R. Feo, Bull. Soc. Franç. Min. **40**. 1938. 202.

Gruppen von Chalkosin, Argentit, Stromeyerit und Pentlandit–Parkerit.

6.) Chalkosin-Gruppe. Dimorphie von Cu_2S; Cu_2Se besitzt Antifluoritstruktur.

α-Chalkosin (< 103° C)	α-Cu_2S	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{15} — Ab2m $a_0 = 11{,}92$ $b_0 = 27{,}33$ $c_0 = 13{,}44$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}436 : 1 : 0{,}492$ $Z = 96$
γ-Chalkosin (> 103° C)	γ-Cu_2S	Hexagonal D_{6h}^4 — H 6/mcm $a_0 = 3{,}90$ $c_0 = 6{,}69$ $c_0/a_0 = 1{,}715$ $Z = 2$[2])
Chalkosin **(Kupferglanz)**	Cu_2S	Pseudomorphosen von rhombischem Cu_2S nach Neodigenit; mit feinlamellarer Umwandlungstextur
Neodigenit	Cu_9S_5	Kubisch $a_0 = 5{,}57$ $Z = 1$[3])
Berzelianit	Cu_2Se	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7 — Fd 3m $a_0 = 5{,}74$ $Z = 4$[4])
Anhang:		
α-Bornit (< ca. 200° C)	$Cu_2S \cdot (Fe, Cu)S$	Rhombisch-pseudokubisch $a_0 = 21{,}94$ $b_0 = 21{,}94$ $c_0 = 10{,}97$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}000 : 1 : 0{,}500$ $Z = 64$
β-Bornit (> ca. 200° C)	$Cu_2S \cdot (Fe, Cu)S$	Kubisch $a_0 = 10{,}97$ $Z = 16$[5])
Umangit	Cu_3Se_2	Rhombisch-disphenoidisch D_2^3—P 22_12_1 $a_0 = 4{,}28$ $b_0 = 6{,}40$ $c_0 = 12{,}46$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}669 : 1 : 1{,}947$ $Z = 4$
Betechtinit	$6\,(Cu, Fe)_2S \cdot PbS(?)$	Rhombisch C_{2v} oder D_2 $a_0 = 3{,}86$ $b_0 = 14{,}67$ $c_0 = 22{,}8$[7]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}263 : 1 : 1{,}554$ $Z = 4$

α-Chalkosin stellt eine Überstruktur von γ-Chalkosin dar (a_0, b_0, c_0 sind 3-, 4- bzw. 2mal so groß wie die Achsen der orthohexagonalen Zelle von Hoch-Chalkosin)[1]), während der bisher als kubisch bekannte Hoch-Kupferglanz in Wirklichkeit Neodigenit ist (Ramdohr 1943). Der Original-Digenit ist ein Gemenge von Chalkosin und Covellin.

Die Bornite, **Buntkupferkiese,** zeigen große Schwankungen in der Zusammensetzung; erzmikroskopisch homogene Kristalle führten zu den Formeln Cu_5FeS_4, Cu_3FeS_3 und Cu_9FeS_6. Nach neueren Untersuchungen gibt es vom Bornit 2 Modifikationen, eine rhombische Tieftemperaturform mit geordneter Verteilung von Cu und Fe sowie eine kubische Hochtemperaturform mit statistisch ungeordneter Verteilung von Cu und Fe.[5])

[1]) M. J. Buerger & N. W. Buerger, Am. Min. **29**. 1944. 55 (Überstrukturbeziehung γ–α– Chalkosin). – Vgl. R. Ueda, J. Phys. Soc. Jap. 1949. 287.

[2]) M. J. Buerger & N. W. Buerger 1944, l. c. – Vgl. R. Ueda 1949, l. c.; N. V. Below & V. P. Butuzow, C. R. Acad. Sci. USSR. **54**. 1946. 717 (Struktur, SR. **12**. 156).

[3]) P. Rahlfs, Z. phys. Chem. **31**. 1936. 157. – Vgl. T. F. W. Barth, Zbl. Min. 1926. 284; W. Kurz, Z. Krist. **92**. 1935. 408; R. Hocart & R. Molé, C. R. Acad. Sci. Paris **228**. 1949. 1138.

[4]) W. Hartwig, Z. Krist. **64**. 1926. 503 (Struktur). – Vgl. W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 380. – P. Rahlfs 1936, l. c.; J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

[5]) A. J. Frueh, Am. Min. **35**. 1950. 185 (Strukturdiskussion). – Vgl. D. L. Lundquist & A. Westgren, Ark. Min. Geol. **12** B. 1936. Nr. 23.

[6]) J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

[7]) A. Schüller & E. Wohlmann, Geologie **4**. 1955. 535.

7.) Argentit-Gruppe. Polymorphie. Wohl Isotypie β-Ag_2S—β-Ag_2Se (Struktur unbekannt, jedenfalls keine Antifluorit-Struktur!).

Akanthit (< 179° C)	α-Ag_2S	Monoklin-prismatisch, pseudorhombisch $C_{2h}^5 - B\,2_1/c$ $a_0 = 9{,}49 \quad b_0 = 6{,}93 \quad c_0 = 8{,}30$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}369 : 1 : 1{,}198 \quad \beta = 124° \quad Z = 8$
β-Argentit (> 179° C)	β-Ag_2S	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^9 - Im3m$ $a_0 = 4{,}89 \quad Z = 2$[2])
Argentit (Silberglanz)	Ag_2S	Paramorphosen von monoklinem nach kubischem Ag_2S; mit feinlamellarer Umwandlungstextur.
Naumannit (< 133° C)	α-Ag_2Se	Rhombisch (oder pseudorhombisch?)
β-Naumannit (> 133° C)	β-Ag_2Se	Kubisch-hex'oktaedrisch $a_0 = 4{,}99 \quad Z = 2$[3])

Naumannit findet sich wohl gleichfalls hauptsächlich in Paramorphosen der rhombischen nach der ursprünglich kubischen Modifikation.

Aguilarit ist eine Paramorphose von niedriger symmetrischem α-Ag_4SeS nach kubischem β-Ag_4SeS (Hochtemperaturform)[4]).

Anhang:

Argyrodit	$4\,Ag_2S \cdot GeS_2$	Rhombisch $a_0 = 14{,}96 \quad b_0 = 12{,}24 \quad c_0 = 6{,}82$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}222 : 1 : 0{,}557 \quad Z = 4$
Crookesit	$(Cu,Tl,Ag)_2Se$	Monoklin-pseudotetragonal „Tetragonal": $a_0 = 10{,}40 \quad c_0 = 3{,}93 \quad c_0/a_0 = 0{,}378 \quad Z = 2$[6]) Monoklin: $a_0 = b_0 = 10{,}40 \cdot \sqrt{2} = 14{,}71 \; c_0 = -, \; \beta = 90°$

Im **Canfieldit**, $4Ag_2S \cdot (Sn, Ge)S_2$, ist gegenüber Argyrodit der größte Teil des Ge durch Sn ersetzt.

[1]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **28**. 1943. 401. – Vgl. J. Palacios & R. Salvia, An. Espan. Fis. Quim. **29**. 1931. 269.
[2]) P. Rahlfs, Z. phys. Chem. **31**. 1936. 157. – Vgl. R. C. Emmons, C. H. Stockwell & R. H. B. Jones, Am. Min. **11**. 1926. 326.
[3]) P. Rahlfs 1936, l. c.
[4]) J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.
[5]) J.-E. Hiller, Zbl. Min. 1940. 138.
[6]) J. W. Earley 1950, l. c.

8.) Stromeyerit-Gruppe.

Stromeyerit (< 78° C)	$Cu_2S \cdot Ag_2S$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{17}—Cmcm $a_0 = 4{,}06$ $b_0 = 6{,}66$ $c_0 = 7{,}99$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}610 : 1 : 1{,}200$ $Z = 2$
Hoch-Stromeyerit		Kubisch
Eukairit	$Cu_2Se \cdot Ag_2Se$	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{7} — P4/nmm $a_0 = 4{,}08$ $c_0 = 6{,}30$[2]) $c_0/a_0 = 1{,}544$ $Z = 1$ Rhombische Überstruktur: $a_0 = 4{,}105$ $b_0 = 20{,}35$ $c_0 = 6{,}31$[2a])
Jalpait	$Cu_2S \cdot 3Ag_2S$	Pseudokubisch

Stromeyerit und Eukairit sind wahrscheinlich homöotyp; Stromeyerit ist pseudotetragonal nach b [010].

[1]) A. J. Frueh, Z. Krist. **106**. 1955. 299 (Struktur).
[2]) J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337. – Vgl. J. Zemann, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1950. 235. – [2a]) A. J. Frueh, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 51 (Struktur).

9.) Pentlandit-Parkerit-Gruppe.

Heazlewoodit	Ni_3S_2	Trigonal-trapezoedrisch D_3^7—R32 $a_0 = 5{,}74$ $c_0 = 7{,}139$ $c_0/a_0 = 1{,}244$[1]) $a_{rh} = 4{,}08$ $\alpha = 89°25'$ $Z = 1$
Pentlandit (Eisennickelkies)	$(Fe, Ni)_9S_8$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^5 — Fm3m $a_0 = 10{,}04$ $Z = 4$[2])
Shandit[3])	β-$Ni_3Pb_2S_2$	Rhomboedrisch D_{3d}^5 — R3m $a_{rh} = 5{,}58$ $\alpha = 60°$ $Z = 1$[4]) Pseudokubisch $a'_{rh} = 7{,}89$ $\alpha' = 90°$ $Z = 4$[4])
Synthetisch[5])	β-$Ni_3Pb_2Se_2$	Pseudokubisch $a_0 = 7{,}95$ $Z = 4$

Parkerit α-$Ni_3(Bi, Pb)_2S_2$ Rhombisch $C_{2v}^1 - Pmm2$ (?)
$a_0 = 4{,}03$ $b_0 = 5{,}53$ $c_0 = 5{,}73$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}729 : 1 : 1{,}036$ $Z = 1$

Pentlandit ist der Nickelträger in vielen der magmatisch ausgeschiedenen Magnetkiesvorkommen; bei beginnender Verwitterung geht er in Bravoit (Nickelpyrit) über.

Heazlewoodit, früher als identisch mit Pentlandit betrachtet, stimmt mit synthetischem Ni_3S_2 überein (Peacock 1947). Die Eigenschaften von Parkerit wurden von Michener und Peacock (1943) an neuem Material von Sudbury bestimmt.

[1]) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 59.
[2]) M. Lindquist, D. Lundquist & A. Westgren, Sv. Kemisk Tskr. **48**. 1936. 156 (Struktur, Isotypie mit Co_9S_8, SB. **4**. 26). – E. N. Eliseew, Mém. Soc. Russe Min. **84**. 1955. 53. – A. D. Pearson & M. J. Buerger, Am. Min. **41**. 1956. 804.
[3]) P. Ramdohr, Fortschr. Min. **28**. 1950. 69; Sitz.-Ber. D. Akad. Wiss. 1949. Nr. VI.
[4]) M. A. Peacock & J. McAndrew, Am. Min. **35**. 1950. 425. (Struktur, SR. **13**. 278).
[5]) J.-E. Hiller, N. Jb. Min. Mh. 1951. 265. Auch über Mischkristalle mit Shandit und dem entsprechenden Tellurid.
[6]) C. E. Michener & M. A. Peacock, Am. Min. **28**. 1943. 343.

B.) Sulfide mit R : S = 1 : 1

ZnS-Typus und Verwandte

1.) Zinkblende-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch. Isotypie.

Vom ZnS gibt es drei Modifikationen: kubisches α-ZnS (Zinkblende), hexagonales β-ZnS (Wurtzit), rhomboedrisches β'-ZnS (Strukturvarianten der hexagonalen Modifikationen siehe Wurtzit-Reihe).

Zinkblende (Sphalerit)	α-ZnS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5{,}43$	$Z = 4$[1])
Hawleyit	α-CdS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5{,}82$	$Z = 4$[2])
Metacinnabarit	HgS	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5{,}85$	$Z = 4$[3])
Stilleit	ZnSe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 5{,}67$	$Z = 4$[4])
Tiemannit	HgSe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 6{,}08$	$Z = 4$[5])
Coloradoit	HgTe	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	$a_0 = 6{,}45$	$Z = 4$[5])

Anhang:

Lautit CuAsS Rhombisch
$a_0 = 3{,}79$ $b_0 = 5{,}48$ $c_0 = 11{,}49$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}692 : 1 : 2{,}097$ $Z = 4$

Natürliche Zinkblenden sind diadoche Mischungen von ZnS mit FeS (bis ca. 20%), CdS (meist $^1/_4$–$^1/_2$%) sowie MnS; an synthetischen Mischkristallen konnte gezeigt werden, daß mit steigender Temperatur der FeS-Gehalt zunehmen und bei 894°C 36,5 Gew.-% FeS betragen kann ($a_0 = 5{,}413$, D = 3,935; geol. Thermometer)[7]). **Voltzin,** Zn(S, As), gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Zinkblende[8]), ist jedoch stark doppelbrechend.

Weitere Mischkristalle sind: **Guadalcazarit,** (Hg, Zn)(S, Se), $a_0 = 5{,}79$ und **Onofrit**, Hg (S, Se), $a_0 = 5{,}91$[4]).

Lautit wurde von Weil und Hocart 1939 mit Zinkblende in strukturelle Beziehung gebracht; As spielt hier anscheinend eine Doppelrolle.

[1]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1913. 468 (Struktur, SB. **1**. 76). – Vgl. W. Gerlach, Phys. Zs. **23**. 1922. 114; W. Hartwig, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. **10**. 1926. 79 u. a.
[2]) R. J. Traill & R. W. Boyle, Am. Min. **40**. 1955. 555.
[3]) W. Lehmann, Z. Krist. **60**. 1924. 379. – Vgl. H. E. Buckley & W. S. Vernon, Min. Mag. **20**. 1925. 382; W. Hartwig 1926, l. c. u. a.
[4]) P. Ramdohr, Geotekton. Sympos. (Hans Stille), 1956, 481.
[5]) W. Hartwig, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. **10**. 1926. 79 u. a.
[6]) R. Weil & R. Hocart, C. R. Acad. Sci. Paris **209**. 1939. 444.
[7]) G. Kullerud, Norsk. Geol. Tidskr. **32**. 1953. 61.
[8]) A. A. Moss, Am. Min. **40**. 1955. 778.

2.) Chalkopyrit-Gruppe. Homöotypie zu Zinkblende.

Chalkopyrit (Kupferkies)	$CuFeS_2$	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{12} - I\bar{4}2d$ $a_0 = 5{,}25$ $c_0 = 10{,}32$ $c_0/a_0 = 1{,}966$ $Z = 4$[1])
Stannin (Zinnkies)	Cu_2FeSnS_4	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{11} - I\bar{4}2m$ $a_0 = 5{,}47$ $c_0 = 10{,}74$ $c_0/a_0 = 1{,}963$ $Z = 2$[2])

Chalkopyrit geht bei 550°C in eine wahrscheinlich tetragonale γ-Phase über ($a_0 = 10{,}58$, $c_0 = 5{,}37$), deren Schwefelgehalt mit steigender Temperatur abnimmt, bis bei 720°C das schwefelärmste Endglied erreicht wird; die γ-Phase wandelt sich bei Zimmertemperatur innerhalb weniger Tage in die stabile β-Phase um, aus der beim Erhitzen bereits bei 230°C wieder die γ-Phase entsteht; die β-Phase ist kubisch, $a_0 = 10{,}605$, $T_d^3 - I\bar{4}3m$. Zellinhalt 35,2 Me, 32 S, Strukturtypus Zinkblende mit Übergang zum Antifluoritgitter[3]).

Isostannin[4]), kubisch, wurde in mehreren Naturvorkommen beobachtet und kann aus Stannin durch Erhitzen erhalten werden; er entspricht wohl dem Stannin-II oder -IV von P. Ramdohr. Stannin-I besitzt Wurtzit-Struktur[4a]).

[1]) L. Pauling & L. O. Brockway, Z. Krist. **82**. 1932. 188 (Struktur, SB. **2**. 48).
[2]) L. O. Brockway, Z. Krist. **89**. 1934. 434 (Struktur, SB. **3**. 96).
[3]) J. E. Hiller & K. Probsthain, Z. Krist. **108**. 1956. 108.
[4]) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Soc., London, 1955, Nr. 91. – [4a]) P. Ramdohr, Abh. Preuß. Akad. Wiss. 1944. Nr. 4.

3.) Tetraedrit-Reihe.

Tennantit	Cu_3AsS_{3-4} (?)	Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^3 - I\bar{4}3m$ $a_0 = 10{,}21$ $Z = 8$[1])
Tetraedrit (Fahlerz)	Cu_3SbS_{3-4} (?)	Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^3 - I\bar{4}3m$ $a_0 = 10{,}34$ $Z = 8$[1])
Germanit	$Cu_3(Fe, Ge)S_4$	Kubisch $T_d^3 - I\bar{4}3m$ (?) $a_0 = 10{,}58$ $Z = 8$[2])

Colusit	$Cu_3(Fe.As.Sn)S_4$	Kubisch-hex'tetraedrisch $a_0 = 10{,}61$ $Z = 8$[3])

Anhang:

Sulvanit	Cu_3VS_4	Kubisch $T_d^3 - I\bar{4}3m$ (?) $a_0 = 10{,}77$ (oder 5,38) $Z = 8$[4])
Arsensulvanit	$Cu_3(As,V)S_4$	Kubisch $T_d^1 - P\bar{4}3m$ $a_0 = 5{,}26$ $Z = 1$[5])

Tetraedrit enthält häufig Zn und Fe. Mischkristalle sind: **Freibergit** = Ag-haltiger Tetraedrit (Silberfahlerz); **Schwazit** = Hg-haltiger Tetraedrit (Quecksilberfahlerz); **Annivit** = Bi-haltiger Tetraedrit (Wismutfahlerz). Im Colusit sind auch V und Te vorhanden. **Renièrit** ist eine anisotrope, Fe-reiche Varietät von Germanit (Murdoch 1953).

Die chemische Formel der Fahlerze ist noch nicht mit Sicherheit bekannt, denn man hat es durchwegs mit kompliziert erscheinenden diadochen Mischungen zu tun. Nach Machatschki (1928) enthält die Zelle 8 Moleküle $R_3R'''S_3$ mit Beimengungen von Sulfiden zweiwertiger Metalle wie Zn oder Fe; außerdem sind geringe Überschüsse von R''' und S vorhanden. — W. F. de Jong berechnete 1928 für einen optisch fast völlig homogenen Tetraedrit von Kapnik den Zellinhalt $Cu_{20}Zn_{3,4}Sb_{6,8}S_{27}$, also etwa 8 Moleküle der Formel $Cu_3SbS_{3,5}$. De Jong ist der Ansicht, daß sich die Fahlerzstruktur aus der Zinkblende durch den formalen Ersatz von $(Zn)_4S_4$ durch $(Cu_3Sb)S_4$ ableiten läßt. Man müßte dann wohl annehmen, um dem häufigen Verhältnis Cu > S gerecht zu werden, daß weitere Cu-Atome einige der an sich vakanten tetraedrischen Koordinationszentren im Gitter zusätzlich besetzen.

---

[1]) F. Machatschki, Z. Krist. **68**. 1928. 204; L. Pauling & E. W. Neumann, Z. Krist. **88**. 1934. 54. – E. K. Lasarenko, Mineralog. Sympos., Univ. Lemberg (Lwow), **10**. 1956. 179.

[2]) J. Murdoch, Am. Min. **38**. 1953. 794. – Vgl. W. F. de Jong, Z. Krist. **73**. 1930. 176.

[3]) J. Murdoch, Am. Min. **38**. 1953. 794. – Vgl. W. H. Zachariasen, Am. Min. **18**. 1933. 534; H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **24**. 1939. 377.

[4]) W. F. de Jong, Z. Krist. **68**. 1928. 522. – Vgl. L. Pauling & R. Hultgren, Z. Krist. **84**. 1933. 204 (Struktur, SB. **3**. 94).

[5]) A. G. Betechtin, Mem. Soc. Russe Min. **70**, 1941. 161 (Erstbeschreibung). – V. I. Mikheew, Mem. Soc. Russe Min. **70**. 1941. 165.

4.) Wurtzit-Reihe. Dihexagonal-pyramidal. $C_{6v}^4 - C6mc$. Isotypie.

Wurtzit (>1020°C)	β-ZnS	$a_0 = 3{,}85$ $c_0 = 6.29$ $c_0/a_0 = 1{,}634$	$Z = 2$[1])
Greenockit	β-CdS	$a_0 = 4{,}15$ $c_0 = 6{,}73$ $c_0/a_0 = 1{,}622$	$Z = 2$[2])

Übersicht der ZnS-Modifikationen und Strukturvarianten[3]):

	α-ZnS	←1020°→	β-ZnS-2H	-4H	-6H	β'-ZnS-3R[4])	-15R
a_0	5,43		3,85	3,81	3,82	3,82	3,83
c_0	–		6,29	12,46	18,73	9,42	46,88
c_0/a_0	–		1,634	3,270	4,903	2,466	12,240
Z	4		2	4	6	3	15

Schalenblende besteht teilweise aus Wurtzit, teilweise aus Zinkblende. **Erythrozinkit,** (Zn,Mn)S, ist rot durchscheinender, Mn-haltiger Wurtzit; **Kaneit** soll MnAs sein. **Xanthochroit** ist scheinbar amorphes CdS. ZnS—CdS sind vollkommen mischbar; ZnS—CdS—MnS-Präparate mit weniger als 48 Mol.-% MnS sind homogen, mit mehr als 48 Mol.-% MnS ergeben ZnS—CdS—MnS-Mischkristalle mit Wurtzitstruktur und zugleich praktisch reines MnS mit NaCl-Struktur (Kröger 1939).

Stannin-I, Cu_2FeSnS_4, besitzt Wurtzitgitter[5]).

[1]) W. L. Bragg, Phil. Mag. **39**. 1920. 647 (Struktur, SB. **1**. 78). – Vgl. F. Ulrich & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **62**. 1925. 260; G. Aminoff, Z. Krist. **58**. 1923. 203; M. L. Fuller, Phil. Mag. **8**. 1929. 658; R. M. Thompson, Am. Min. **35**. 1950. 451.

[2]) F. Ulrich & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **62**. 1925. 260. für künstliche Kristalle.

[3]) C. Frondel & Ch. Palache, Am. Min. **35**. 1950. 29; L. W. Strock & V. A. Brophy, Am. Min. **40**. 1955. 94. – Vgl. auch D. M. Seaman & H. Hamilton, Am. Min. **35**. 1950. 43. – F. G. Smith, Am. Min. **40**. 1955. 658. – M. A. Short & E. G. Steward, Acta Cryst. **8**. 1955. 733.

[4]) D. C. Buck & L. W. Strock, Am. Min. **40**. 1955. 192.

[5]) P. Ramdohr, Abh. Preuß. Akad. Wiss. 1944. Nr. 4.

5.) Enargit-Luzonit-Gruppe. Dimorphie.

a) Enargit-Reihe. Isotypie.

Enargit	Cu_3AsS_4	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7 - Pnm$ $a_0 = 6{,}47$ $b_0 = 7{,}44$ $c_0 = 6{,}19$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}870 : 1 : 0{,}832$ $Z = 2$
Stibioenargit	Cu_3SbS_4	Rhombisch Isotyp mit Enargit

b) Luzonit-Reihe. Isotypie. Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{11} - I\bar{4}2m$

Luzonit	Cu_3AsS_4	$a_0 = 5{,}27$ $c_0 = 10{,}39$ $c_0/a_0 = 1{,}975$ $Z = 2$[2])
Stibioluzonit (Famatinit)	Cu_3SbS_4	$a_0 = 5{,}38$ $c_0 = 10{,}76$ $c_0/a_0 = 2{,}000$ $Z = 2$[2])

Enargit ist pseudohexagonal nach c [001]; die Struktur entsteht aus dem Wurtzitgitter durch Ersatz der Zn-Atome zu $^3/_4$ durch Cu und zu $^1/_4$ durch As.

Luzonit ist isotyp mit Stannin Cu_2FeSnS_4; Cu tritt an die Stelle von Cu + Sn, As an die von Fe.

[1]) L. Pauling & S. Weinbaum, Z. Krist. **88**. 1934. 48 (Struktur, SB. **3**. 96.) – Vgl. S. Kôzu & K. Takané, Proc. Imp. Acad. Jap. **11**. 1935. 421.

[2]) R. V. Gaines, Am. Min. **37**. 1952. 291 (Strukturdiskussion).

6.) Cubanit-Sternbergit-Gruppe.

Cubanit und Sternbergit sind eng verwandt und besitzen pseudohexagonale Symmetrie nach c [001]. Sternbergit, Argyropyrit usw. werden als Silberkiese bezeichnet. Die Struktur von Cubanit, bestimmt von M. J. Buerger (1947), ist eng verwandt mit Wurtzit.

Cubanit	$CuFe_2S_3$	Rhombisch D_{2h}^{16} – Pcmn $a_0 = 6{,}46$ $b_0 = 11{,}12$ $c_0 = 6{,}23$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}581 : 1 : 0{,}560$ $Z = 4$
Sternbergit	$AgFe_2S_3$	Rhombisch D_{2h}^{21} – Cmma (oder C_{2v}^{15} – C2ma, Cm2a) $a_0 = 6{,}62$ $b_0 = 11{,}66$ $c_0 = 12{,}70$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}568 : 1 : 1{,}089$ $Z = 8$
„Frieseit"	$Ag_2Fe_5S_8$	Rhombisch D_{2h}^{21} – Cmma (oder C_{2v}^{15} – C2ma, Cm2a) $a_0 = 6{,}61$ $b_0 = 11{,}61$ $c_0 = 12{,}64$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}569 : 1 : 1{,}089$
Argyropyrit	$Ag_3Fe_7S_{11}$	Rhombisch-pseudohexagonal $a : b : c = 0{,}58 : 1 : 0{,}30$
Argentopyrit	$AgFe_2S_3$	Rhombisch-pseudohexagonal D_{2h}^{13} – Pmmn? $a_0 = 6{,}64$ $b_0 = 11{,}47$ $c_0 = 6{,}45$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}579 : 1 : 0{,}562$ $Z = 4$

„Frieseit" ist nach Peacock (1942) ein kryptokristallines Gemenge von Sternbergit und Pyrit in orientierter Anordnung und ist offenbar durch folgende Umwandlung entstanden:

$$Ag_2Fe_5S_8 (\text{„Frieseit"}) \rightarrow 2\,AgFe_2S_3 (\text{Sternbergit}) + FeS_2 (\text{Pyrit}).$$

Die Substanz $AgFe_2S_3$ ist offenbar dimorph: Sternbergit und Argentopyrit; Argyropyrit ist möglicherweise eine Paramorphose von Sternbergit nach Argentopyrit[4]).

---

[1]) M. J. Buerger, Am. Min. **32**. 1947. 415; L. V. Azaroff & M. J. Buerger, Am. Min. **40**. 1955. 213 (Struktur); vgl. M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229.
[2]) M. J. Buerger, Am. Min. **22**. 1937. 847. – Vgl. M. A. Peacock 1942, l. c.
[3]) M. A. Peacock, Am. Min. **27**. 1942. 229.
[4]) J. Murdoch & L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 475.

NiAs-Typus und Verwandte

7.) NiAs-Millerit-Gruppe. Isodimorphie. Vom CoS, NiS, CoSe und NiSe gibt es je eine β-Modifikation mit NiAs-Struktur und eine γ-Modifikation mit Millerit-Struktur.

7a) NiAs-Reihe. Dihexagonal-dipyramidal. D_{6h}^4 – $P6_3/mmc$. Isotypie.

Pyrrhotin (Magnetkies)	FeS	$a_0 = 3{,}44$	$c_0 = 5{,}69$	$c_0/a_0 = 1{,}654$	$Z = 2$[1])
Jaipurit	γ-CoS	$a_0 = 3{,}38$	$c_0 = 5{,}15$	$c_0/a_0 = 1{,}524$	$Z = 2$[1])
Synthetisch	γ-NiS	$a_0 = 3{,}43$	$c_0 = 5{,}31$	$c_0/a_0 = 1{,}548$	$Z = 2$[1])[1a])
Achavalit	FeSe	$a_0 = 3{,}62$	$c_0 = 5{,}88$	$c_0/a_0 = 1{,}624$	$Z = 2$[2])
Freboldit	γ-CoSe	$a_0 = 3{,}61$	$c_0 = 5{,}28$	$c_0/a_0 = 1{,}463$	$Z = 2$[3])
Synthetisch	γ-NiSe	$a_0 = 3{,}67$	$c_0 = 5{,}34$	$c_0/a_0 = 1{,}455$	$Z = 2$[4])

Nickelin (Rotnickelkies, Niccolit) NiAs $a_0 = 3{,}58$ $c_0 = 5{,}11$ $c_0/a_0 = 1{,}427$ $Z = 2$[5])

Breithauptit NiSb $a_0 = 3{,}95$ $c_0 = 5{,}15$ $c_0/a_0 = 1{,}304$ $Z = 2$[6])

Arit, ein Mischkristall Ni(As, Sb), $a_0 = 3{,}81$, $c_0 = 5{,}21$[7]), ist zum Teil in Nickelin und Breithauptit entmischt.

Im Strukturtyp NiAs kann ein Teil der Kationenpositionen unbesetzt sein (F. Laves 1930); so haben die in der Natur gefundenen Pyrrhotine die Formel $Fe_{1{,}00\text{ bis }0{,}83}S_{1{,}00}$; synthetisch kennt man $Ni_{1{,}00\text{ bis }0{,}83}S_{1{,}00}$ und $Ni_{1{,}00\text{ bis }0{,}50}Te_{1{,}00}$. Im Zusammenhang damit kann man am Pyrrhotin das Auftreten von Überstrukturen beobachten: $a_0 = 5{,}95$, $c_0 = 11{,}72$, $Z = 12$[7]); „monokliner Magnetkies": $a_0 = 5{,}93$—$5{,}94$, $b_0 = 3{,}43$, $c_0 = 5{,}68$—$5{,}69$, $\beta = 89°56'$—$90°\,4'$, der durch 15stündiges Erhitzen auf 600° C in hexagonalen Pyrrhotin übergeht[8]); gleichfalls monokliner Magnetkies mit regelmäßiger Anordnung der vakanten Metallpositionen wurde von Bertaut beschrieben, $a_0 = 11{,}9$, $b_0 = 6{,}865$, $c_0 = 12{,}82$, $\beta = 118°$ [9]). Pyrrhotin von Schneeberg (Sachsen) und Morro Velho (Brasilien) besitzen $a_0 = 6{,}87$, $c_0 = 22{,}7$[10]). Nach einer neuesten Arbeit von Bertaut besitzt stöchiometrisch zusammengesetztes FeS $a_0 = 5{,}96$, $c_0 = 11{,}74$ und die Symmetrie $D_{3h}^4 - P\bar{6}2c$[9a]). **Troilit** ist Pyrrhotin aus Meteoriten. **Hydrotroilit** soll amorphes $FeS \cdot nH_2O$ sein. **Smythit** ist angeblich Fe_3S_4, $D_{3d}^5 - R\,3\,m$, $a_0 = 3{,}47$, $c_0 = 34{,}5$[11]).

Der Ni-Gehalt von 2—3%, sogar von 5—7%, im magmatisch ausgeschiedenen Magnetkies beruht zum größten Teil auf beigemengtem Pentlandit und nur zum geringen Teil auf diadocher Beimischung.

Anhang. Gering deformierte NiAs-Struktur:

„Arseneisen" FeAs Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
$a_0 = 3{,}38$ $b_0 = 6{,}03$ $c_0 = 5{,}44$[12])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}560 : 1 : 0{,}902$ $Z = 4$

Modderit (Arsenkobalt) CoAs Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
$a_0 = 3{,}52$ $b_0 = 5{,}97$ $c_0 = 5{,}16$[13])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}590 : 1 : 0{,}864$ $Z = 4$

Die Existenz von natürlich vorkommendem Arseneisen und Arsenkobalt ist fraglich.

---

[1]) N. Alsén, Geol. Fören. Förh. **47**. 1925. 19. – Zu Pyrrhotin vgl. Fußnoten 6–9; synth. CoS. – [1a]) D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24** A. 1947. Nr. 21, 1—12; Nr. 23, 1—7.

[2]) N. Alsén, 1925, l. c. für synthet. FeSe. Als Mineral von J. Olsacher 1939 und R. Herzenberg 1944 beobachtet.

[3]) W. F. de Jong & H. W. V. Willems, Physica **7**. 1927. 74 (für synthet. Kristalle). – Benennung nach P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

[4]) N. Alsén, 1925, l. c.

[5]) G. Aminoff, Z. Krist. **58**. 1923. 203 (Struktur, SB. **1**. 84).

[6]) W. F. de Jong & H. W. V. Willems 1927, l. c. u. a.

[7]) G. Hägg & J. Sucksdorff, Z. physik. Chem. **22**. 1933. 444.

[8]) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **19** B. 1944. Nr. 8.

[9]) F. Bertaut, C. R. Acad. Sci. Paris **234**. 1952. 1295; Acta Cryst. **6**. 1953. 557. – [9a]) Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 276.

[10]) M. J. Buerger, Am. Min. **32**. 1947. 411.
[11]) R. C. Erd & H. T. Evans, Journ. Am. Chem. Soc. **78**. 1956. 2017.
[12]) G. Hägg, Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. **7**. 1929. Nr. 1 (vorl. Mitt. Z. Krist. **68**. 1928 470; **71**. 1929. 134) nach Untersuchungen an synthet. Material. – Vgl. K. E. Fylking, 1934, l. c.
[13]) K. E. Fylking, Ark. Kem. Min. Geol. **11** B. 1934. Nr. 48.

7b.) Millerit-Reihe. Ditrigonal-pyramidal. C_{3v}^5 – R3m. Isotypie. Metall und Schwefel besitzen die Koordinationszahl 5.

Synthetisch	β-CoS	$a_0 = 9{,}59$	$c_0 = 3{,}02$	$c_0/a_0 = 0{,}315$[1])	$Z = 9$
Millerit	β-NiS	$a_0 = 9{,}62$	$c_0 = 3{,}16$	$c_0/a_0 = 0{,}328$[2])	$Z = 9$
		$a_{rh} = 5{,}65$	$\alpha = 116° 35'$		$Z = 3$
Synthetisch	β-CoSe	$a_0 = 9{,}70$	$c_0 = 3{,}12$	$c_0/a_0 = 0{,}322$[3])	$Z = 9$
Synthetisch	β-NiSe	$a_0 = 10{,}01$	$c_0 = 3{,}33$	$c_0/a_0 = 0{,}333$[4])	$Z = 9$

Bei gewöhnlicher Temperatur ist die β-Modifikation stabiler als die γ-Modifikation: Millerit geht bei 396° C enantiotrop in γ-NiS mit NiAs-Struktur über[2a]); für NiSe ist die analoge Umwandlungstemperatur 320° C[4]); die Rückumwandlung kann in beiden Fällen stark verzögert sein.

Beyrichit, bis 8 cm lange hexagonale Kristalle mit dem gleichen Achsenverhältnis wie Millerit bildend (Laspeyres, Z. Krist. **20**. 1892. 539), ist allem Anschein nach eine Teilpseudomorphose von Violarit $(Ni, Fe)_3S_4$ nach Millerit. Analyse und spezif. Gew. (Liebe 1871) stimmen mit Violarit überein; zur Röntgenuntersuchung (Alsén 1923) wurde anscheinend der Milleritanteil verwendet[5]).

[1]) A. Baroni, Atti. X Congr. Int. Chim. Rom 1938. 586.
[2]) N. Alsén, Geol. Fören. Förh. **47**. 1925. 19 (Struktur, SB. **1**. 740; **2**. 6). – Vgl. D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24** A. 1947. Nr. 21,1 – 12.
[2a]) W. Biltz, Z. anorg. Chem. **228**. 1936. 275.
[3]) A. Baroni, l. c.
[4]) W. Wegener, Berlin, priv. Mitt. 1955.
[5]) C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **40**. 1955. 767.: manche „Beyrichite" der Sammlungen sind Eisencarbid, Wismut, Wismutglanz, Emplektit etc.

PbS-Typus und Verwandte

8.) Galenit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch. Isotypie und teilweise Mischbarkeit. Struktur: Flächenzentrierter Würfel mit $Z = 4$.

Oldhamit	CaS	$O_h^5 - Fm3m$	$a_0 = 5{,}69$	$Z = 4$[1])
Alabandin (Manganblende)	α-MnS	$O_h^5 - Fm3m$	$a_0 = 5{,}22$	$Z = 4$[2])
Galenit (Bleiglanz)	PbS	$O_h^5 - Fm3m$	$a_0 = 5{,}94$	$Z = 4$[3])
Clausthalit	PbSe	$O_h^5 - Fm3m$	$a_0 = 6{,}15$	$Z = 4$[3])
Altait	PbTe	$O_h^5 - Fm3m$	$a_0 = 6{,}45$	$Z = 4$[4])

Bleiglanz besitzt stets Ag-Gehalte von 0,01—0,03%, stellenweise sogar von 1% und mehr. Sie finden sich nach Ramdohr meist in mechanischer Beimengung feinster Körnchen der sog. Silberträger: Rotgültigerz, Fahlerz, Polybasit u. a., selten hingegen in diadocher Mischung als Ag_2S und $AgBiS_2$.

Oldhamit wurde nur in Meteoriten beobachtet. Synthetisches α-MnS ist grün; β- und γ-MnS sind rot und kristallisieren im Zinkblende- bzw. Wurtzittypus.

[1]) W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 213; V. M. Goldschmidt (J. Oftedal) Geochem. Vert.-Ges. VIII. 1927. u. a.

[2]) R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **2**. 1921. 239.

[3]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **10**. 1925. 281 (Struktur, SB. **1**. 72). – Zahlreiche weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

[4]) V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert.-Ges. VII. 1926, VIII. 1927; L. S. Ramsdell 1925, l. c.

9.) Miargyrit-Schapbachit-Gruppe. Deformierter Bleiglanz-Typ*)

Miargyrit $AgSbS_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 13{,}20$ $b_0 = 4{,}40$ $c_0 = 12{,}86$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}000 : 1 : 2{,}923$ $\beta = 98°37^1/_2'$ $Z = 8$
Pseudokubische Aufstellung:
$a' = 5{,}83$ $b' = 5{,}83$ $c' = 5{,}48$
$\alpha = 88°58'$ $\beta = 91°02'$ $\gamma = 82°02'$ $Z = 2$[1a])

Aramayoit $Ag(Sb,Bi)S_2$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 7{,}78$ $b_0 = 8{,}81$ $c_0 = 8{,}36$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}883 : 1 : 0{,}949$
$\alpha = 100°22'$ $\beta = 90°00'$ $\gamma = 103°54'$ $Z = 6$
Pseudokubische Aufstellung:
$a' = 5{,}68$ $b' = 5{,}68$ $c' = 5{,}63$
$\alpha = 86°42'$ $\beta = 91°33'$ $\gamma = 54°08^1/_2'$ $Z = 2$[1a])

Schapbachit α-$AgBiS_2$ Rhombisch
$a_0 = 3{,}945$ $b_0 = 4{,}08$ $c_0 = 5{,}70$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}034 : 1 : 0{,}723$ $Z = 4$
Pseudokubische Aufstellung:
$a' = b' = \sqrt{a_0^2 + b_0^2} = 5{,}65$
$\gamma = 88°10'$ $Z = 2$[1a])

Hoch-Schapbachit
(> 225° C) β-$AgBiS_2$ Kubisch
$a_0 = 5{,}65$ $Z = 2$[4])

Hoch-Schapbachit bildet mit PbS eine unbegrenzte Mischkristallreihe.

*) Aramayoit (Yardley 1926), Schapbachit-Hochschapbachit (Ramdohr 1938), Miargyrit-Aramayoit-Schapbachit (Hofmann 1938; Graham 1951).

[1]) W. Hofmann, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 111 (Struktur, SB. **6**. 83).

[1a]) A. R. Graham, Am. Min. **36**. 1951. 436.

[2]) H. Berman & C. W. Wolfe, Min. Mag. **25**. 1939. 466.

[3]) P. Ramdohr, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 1938. 71; Aufstellung Graham 1951.

[4]) P. Ramdohr 1938, l. c.

10.) Herzenbergit-Reihe. Isotypie. Stark deformierte Bleiglanzstruktur.

Herzenbergit SnS — Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pmcn
$a_0 = 3{,}99$ $b_0 = 4{,}34$ $c_0 = 11{,}20$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}919 : 1 : 2{,}581$ $Z = 4$
Pseudokubische Zelle:
$a' = b' = 5{,}895$ $c' = 2 \times 5{,}60$

Teallit $PbSnS_2$ — Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pmcn
$a_0 = 4{,}05$ $b_0 = 4{,}29$ $c_0 = 11{,}35$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}944 : 1 : 2{,}646$ $Z = 2$
Pseudokubische Zelle:
$a' = b' = 5{,}90$ $c' = 2 \times 5{,}675$

Anhang:

Franckeit $5PbS \cdot 3SnS_2 \cdot Sb_2S_3$ — Monoklin-pseudotetragonal
$a_0 = 46{,}94$ $b_0 = 11{,}64$ $c_0 = 17{,}31$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}051 : 1 : 1{,}487$
$\beta = 94°48'$ $Z = 16$
Pseudokubische Zelle:
$a' = 5{,}87$ $b' = 5{,}82$ $c' = 3 \times 5{,}77$ $(Z = 1^2)$

Kylindrit $6PbS \cdot 6SnS_2 \cdot Sb_2S_3$(?) — Kristallform?

Montesit[3]), $PbSn_4S_5$, soll zwischen Herzenbergit und Teallit stehen. Franckeit soll nach Nuffield mit Lengenbachit verwandt sein, jedoch scheint zu Herzenbergit-Teallit eine engere Beziehung zu bestehen (man vgl. die Gitterkonstanten der pseudokubischen Zelle).

[1]) W. Hofmann, Z. Krist. **92**. 1935. 161; Fortschr. Min. **19**. 1935. 30 (Struktur, SB. **3**. 14).
[2]) E. W. Nuffield, Am. Min. **33**. 1948. 203.
[3]) R. Herzenberg, Minería Boliviana **45**. 1949. 4.

11.) Cinnabarit-Platynit-Gruppe.

Cinnabarit (Zinnober) HgS — Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - C3_12$ und $D_3^6 - C3_22$
$a_0 = 4{,}146$ $c_0 = 9{;}497$ $c_0/a_0 = 2{,}291$ $Z = 3$[1])
$\alpha = 92°30'$ $c/a = 1{,}1453$

Platynit $PbBi_2SSe_2$ (?) — Hexagonal-rhomboedrisch
$c/a = 1{,}226$

[1]) K. L. Aurivillius, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1413 (Struktur, SR. **13**. 179). – Vgl. C. Mauguin 1923, S. v. Olshausen 1925, H. E. Buckley & W. S. Vernon 1925, W. F. de Jong & W. H. V. Willems 1926, s. Strukturberichte.

Weitere Strukturtypen

12.) Covellin-Reihe.

Covellin (Kupferindig) CuS — Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - C6/mmc$
$a_0 = 3{,}77$ $c_0 = 16{,}29$ $c_0/a_0 = 4{,}321$ $Z = 6$[1])

Klockmannit CuSe — Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4 – C6/mmc
$a_0 = 3{,}94$ $c_0 = 17{,}25$ $c_0/a_0 = 4{,}378$ $Z = 6$[2])

Anhang:

Valleriit $Cu_3Fe_4S_7$ — Rhombisch-pseudohexagonal
$a_0 = 6{,}14$ $b_0 = 9{,}83$ $c_0 = 11{,}4$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}625 : 1 : 1{,}160$ $Z = 2$

Für Valleriit wird auch die Formel $Cu_2Fe_4S_7$ angegeben, so daß anscheinend ein Metallausfall wie im Magnetkies erfolgen kann. Die Gitterkonstanten stimmen auffallend gut mit einer Überzelle von Magnetkies überein.

[1]) N. Alsén, Geol. Fören. Förh. **53**. 1930. 111. – Vgl. H. S. Roberts & C. J. Ksanda, Am. J. Sci. **17**. 1929. 489; J. Oftedal, Z. Krist. **83**. 1932. 9 (Struktur, SB. **2**. 10). – L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 504.

[2]) J. W. Earley, Am. Min. **34**. 1949. 435, für künstliche Kristalle. – L. G. Berry, Am. Min. **39**. 1954. 504 (Struktur).

[3]) J.-E. Hiller, Z. Krist. **101**. 1939. 425.

13.) Braggit-Cooperit-Gruppe.

Braggit (Pt,Pd,Ni)S — Tetragonal $C_{4h}^2 - P4_2/m$ oder $C_4^3 - P4_2$
$a_0 = 6{,}38$ $c_0 = 6{,}59$ $c_0/a_0 = 1{,}033$ $Z = 8$[1])

Cooperit PtS — Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^9 - P4/mmc$
$a_0 = 3{,}48$ $c_0 = 6{,}11$ $c_0/a_0 = 1{,}756$ $Z = 2$[1])

Synthetisches PdS gibt die gleichen Röntgenbilder wie Braggit.

[1]) F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **23**. 1932. 188 (Struktur von Cooperit, SB. **2**. 9).

C.) Sulfide mit R : S < 1 : 1 sowie > 1 : 2

„Spießglanze"

W. Hofmann hat 1934 erstmalig darauf hingewiesen, daß die Spießglanze in der Richtung der Längserstreckung eine Gitterkonstante von ca. 4 Å oder einem Vielfachen davon besitzen. Diese ausgezeichnete Richtung steht, wie die folgende Übersicht erkennen läßt, in der Regel senkrecht auf einer Spiegelebene (m) des Raumgitters. Des weiteren treten mit großer Regelmäßigkeit, jedenfalls soweit es sich um rhombisch holoedrische Glieder handelt, Gleitspiegelebenen mit der Gleitkomponente c (bzw. a, falls c und a vertauscht würden) wie auch n auf. Es ist anzunehmen, daß die bereits von Hofmann vermuteten Strukturanalogien nach diesen Symmetrieelementen richtungsmäßig gleichartig gelagert sein werden.

1.) Antimonit-Reihe. Isotypie.

Antimonit Sb_2S_3 **(Stibnit, Antimonglanz)** — Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$
$a_0 = 11{,}22$ $b_0 = 11{,}30$ $c_0 = 3{,}84$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}993 : 1 : 0{,}340$ $Z = 4$

Bismuthinit (Wismutglanz)	Bi_2S_3	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$ $a_0 = 11{,}15$ $b_0 = 11{,}29$ $c_0 = 3{,}98$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}988 : 1 : 0{,}352$ $Z = 4$
Guanajuatit	$Bi_2(Se, S)_3$	Rhombisch-dipyramidal $a_0 = 11{,}37$ $b_0 = 11{,}50$ $c_0 = 4{,}05$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}989 : 1 : 0{,}352$ $Z = 4$

Anhang:

Kermesit (Rotspießglanz)	Sb_2S_2O	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$ $a_0 = 11{,}66$ $b_0 = 8{,}24$ $c_0 = 11{,}19$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}415 : 1 : 1{,}358$ $\alpha = 111°48'$ $\beta = 110°44'$ $\gamma = 78°10'$ $Z = 8$

Anscheinend sind a_0 und c_0 von Kermesit mit a_0, b_0 von Antimonit vergleichbar, desgleichen b_0 mit $2c_0$.

Paraguanajuatit kristallisiert hexagonal und ist mit Tellurobismutit isotyp (s. Tellurobismutit-Gruppe).

---

[1]) W. Hofmann, Z. Krist. **86**. 1933. 225 (Struktur, SB. **3**. 49).

[2]) J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

[3]) E. Tavora, An. Acad. Brasil. Cienc. **21**. 1949. 75; eine flächenzentrierte monokline Überzelle mit $a_0 = 21{,}78$, $b_0 = 8{,}24$, $c_0 = 20{,}61$, $\beta = 101° 50'$, $Z = 32$ ist mit der Aufstellung von C. W. Wolfe in Dana **1**. 1944. 279, vergleichbar.

2.) Gruppe der Kupferspießglanze. Wolfsbergit und Emplektit sind wohl isotyp und mischbar.

Wolfsbergit (Chalkostibit)	$Cu_2S \cdot Sb_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$ $a_0 = 6{,}02$ $b_0 = 14{,}49$ $c_0 = 3{,}79$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}415 : 1 : 0{,}262$ $Z = 2$
Emplektit	$Cu_2S \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$ $a_0 = 6{,}13$ $b_0 = 14{,}54$ $c_0 = 3{,}90$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}422 : 1 : 0{,}268$ $Z = 2$
Cuprobismuthit	$Cu_2S \cdot Bi_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C\,2/m$ $a_0 = 17{,}65$ $b_0 = 3{,}93$ $c_0 = 15{,}24$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}491 : 1 : 3{,}878$ $\beta = 100°30'$ $Z = 6$
Wittichenit	$3Cu_2S \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - P2_12_12_1$ $a_0 = 7{,}68$ $b_0 = 10{,}33$ $c_0 = 6{,}70$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}743 : 1 : 0{,}649$ $Z = 2$

Die Gitterkonstanten von Emplektit und Cuprobismuthit zeigen folgende Verwandtschaft: $a_0E = {}^1/_3\, a_0C$, $b_0E = c_0 \cdot \sin\beta\, C$, $c_0E = b_0C$; offenbar liegt eine Art Raumgitter-Verzwillingung vor.

Anhang (mit Fe):

Epigenit	$4CuS \cdot 3FeS \cdot As_2S_3$	Rhombisch
Berthierit	$FeS \cdot Sb_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pnam $a_0 = 11{,}44$ $b_0 = 14{,}12$ $c_0 = 3{,}76$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}810 : 1 : 0{,}266$ $Z = 4$

[1]) W. Hofmann, Z. Krist. **84**. 1933. 177 (Struktur, SB. **3**. 75).
[2]) E. W. Nuffield, Am. Min. **37**. 1952. 447.
[3]) E. W. Nuffield, Econ. Geol. **42**. 1947. 147. – Vgl. W. Borchert & R. Schroeder, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **1**. 1949. 112: $a_0 = 6{,}55$, $b_0 = 7{,}55$, $c_0 = 10{,}19$.
[4]) M. J. Buerger, Am. Min. **21**. 1936. 205. 442. – M. J. Buerger & Th. Hahn, Am. Min. **40**. 1955. 226 (Struktur).

3.) Gruppe der Silberspießglanze. Pearceit und Polybasit sind wohl isotyp und mischbar.

Smithit	$Ag_2S \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 – A2/a (oder C_s^4 – Aa) $a_0 = 17{,}23$ $b_0 = 7{,}78$ $c_0 = 15{,}19$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}215 : 1 : 1{,}952$ $\beta = 101°12'$ $Z = 12$
Trechmannit		Hexagonal $c/a = 0{,}6556$
Pavonit	$Ag_2S \cdot 3Bi_2S_3$	Monoklin $a_0 = 13{,}35$ $b_0 = 4{,}03$ $c_0 = 16{,}34$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}313 : 1 : 4{,}055$ $\beta = 94°30'$ $Z = 2$
Bolivian	$Ag_2S \cdot 6Sb_2S_3$	Rhombisch (?)
Tapalpit	$3Ag_2S \cdot Bi_2(S,Te)_3$ (?)	Derb
Stephanit	$5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{12} – Cmc2 $a_0 = 7{,}72$ $b_0 = 12{,}34$ $c_0 = 8{,}50$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}626 : 1 : 0{,}689$ $Z = 2$
Pearceit (Arsenpolybasit)	$8(Ag,Cu)_2S \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 – C2/m $a_0 = 12{,}80$ $b_0 = 7{,}38$ $c_0 = 11{,}94$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}734 : 1 : 1{,}618$ $\beta = 90°00'$ $Z = 2$ Pseudohexagonal: $a_0' = 7{,}37$ $c_0' = 11{,}92$
Polybasit	$8(Ag,Cu)_2S \cdot Sb_2S_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 – C2/m $a_0 = 26{,}17$ $b_0 = 15{,}11$ $c_0 = 23{,}89$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}732 : 1 : 1{,}581$ $\beta = 90°00'$ $Z = 16$ Pseudohexagonal: $a_0' = 15{,}08$ $c_0' = 23{,}84$

Anhang:

Lorandit	$Tl_2S \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $a_0 = 15{,}05$ $b_0 = 11{,}33$ $c_0 = 6{,}11$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}328 : 1 : 0{,}539$ $\beta = 127°45'$ $Z = 4$
Vrbait	$Tl_2S \cdot 2As_2S_3 \cdot Sb_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{18} - Cmca$ $a_0 = 13{,}38$ $b_0 = 23{,}37$ $c_0 = 11{,}25$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}573 : 1 : 0{,}481$ Zellinhalt: $Tl_{21}(As, Sb)_{63}S_{105}$ (?)
Livingstonit	$HgS \cdot 2Sb_2S_3$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$ (?) $a_0 = 7{,}67$ $b_0 = 10{,}84$ $c_0 = 4{,}00$[7]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}708 : 1 : 0{,}369$ $\alpha = 99°12^1/_2'$ $\beta = 102°01'$ $\gamma = 73°48'$ $Z = 1$

[1]) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 81.
[2]) E. W. Nuffield, Am. Min. **39**. 1954. 409.
[3]) M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 66. – Vgl. E. D. Taylor, Am. Min. **25**. 1940. 327; R. Salvia, An. Españ. Fis. Quim. **30**. 1932. 416.
[4]) M. A. Peacock & L. G. Berry, Min. Mag. **28**. 1947. 1.
[5]) W. Hofmann, Fortschr. Min. **17**. 1932. 46.
[6]) C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.
[7]) D. H. Gorman, Am. Min. **36**. 1951. 480; M. J. Buerger & N. Niizeki, Am. Min. **39**. 1954. 319. – Vgl. W. E. Richmond, Am. Min. **21**. 1936. 719.

4.) Gruppe der Bleikupferspießglanze.

a) Seligmannit-Reihe. Seligmannit und Bournonit sind wohl isotyp und mischbar.

Seligmannit	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7 - Pn2m$ $a_0 = 8{,}08$ $b_0 = 8{,}75$ $c_0 = 7{,}64$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}923 : 1 : 0{,}873$ $Z = 2$
Bournonit (Rädelerz)	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7 - Pn2m$ $a_0 = 8{,}16$ $b_0 = 8{,}71$ $c_0 = 7{,}81$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}937 : 1 : 0{,}897$ $Z = 2$

b) Aikinit-Reihe. Hammarit, Lindströmit, Gladit und Rezbanyit sind nach Paděra (1956) Übergangsglieder zwischen Aikinit und Bismuthinit; Rezbanyit soll als Sammelname verwendet werden.

Aikinit	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Bi_2S_3$	Rhombisch $D_{2h}^{16} - Pbnm$ $a_0 = 11{,}32$ $b_0 = 11{,}66$ $c_0 = 4{,}01$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}971 : 1 : 0{,}344$ $Z = 2$
Hammarit	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 2Bi_2S_3$	Wohl rhombisch $a:b:c = 0{,}9719:1:?$
Lindströmit	$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 3Bi_2S_3$	Wohl rhombisch $a:b:c = 0{,}9753:1:?$

Gladit $2PbS \cdot Cu_2S \cdot 5Bi_2S_3$ Wohl rhombisch a:b:c = 0,9833:1:?

Rezbanyit $2PbS \cdot Cu_2S \cdot nBi_2S_3$ [4]) Wohl rhombisch

Wittit ist ein Se-haltiger Hammarit.

[1]) E. Hellner & G. Leineweber, Z. Krist. **107**. 1956. 150 (Struktur). G. Leineweber, Z. Krist. **108**. 1956. 161 (Struktur). – Vgl. C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.

[2]) E. Hellner & G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). – G. Leineweber, 1956, l. c. (Struktur). – Vgl. J. Oftedal, Z. Krist. **83**. 1932. 157.

[3]) F. E. Wickman, K. Svenska Vet. Akad., Arkiv Min. Geol. **1**. 1953/54. 501: a_0 = 11, 65, b_0 = 4,00, c_0 = 11,30 (Struktur). – Vgl. M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **47**. 1942. 63.

[4]) K. Paděra, Chemie d. Erde **18**. 1956. 14.

5.) Gruppe der Bleisilberspießglanze.

Hutchinsonit $(Pb,Tl)S \cdot Ag_2S \cdot 5As_2S_3$ Rhomb.-dipyramidal D_{2h}^{15} — Pbca
$a_0 = 10,80$ $b_0 = 35,35$ $c_0 = 8,16$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0,306 : 1 : 0,231$
$Z = 4$

Fizelyit $7PbS \cdot 1,5Ag_2S \cdot 5Sb_2S_3$ Rhombisch D_{2h}^{13} — Pnmm (?)
$a_0 = 13,14$ $b_0 = 19,23$ $c_0 = 2 \times 4,36$[2])
$a_0 : b_0 : c_0/_2 = 0,683 : 1 : 0,226$
$Z = 2$

Ramdohrit $6PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 5Sb_2S_3$ Rhomb.-dipyramid. D_{2h}^{5} – Pbmm (?)
$a_0 = 12.99$ $b_0 = 19,21$ $c_0 = 6 \times 4,29$[2])
$a_0 : b_0 : c_0/_6 = 0,676 : 1 : 0,223$
$Z = 6$

Andorit $4PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 6Sb_2S_3$ Rhomb.-dipyramid. D_{2h}^{5} – Pmma (?)
$a_0 = 12,98$ $b_0 = 19,15$ $c_0 = 12 \times 4,26$[2])
$a_0 : b_0 : c_0/_{12} = 0,678 : 1 : 0,222$
$Z = 12$

Freieslebenit $4PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Sb_2S_3$ Monoklin-prismat. C_{2h}^{5} — $P2_1/n$ (?)
$a_0 = 7,55$ $b_0 = 12,82$ $c_0 = 5,89$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0,589 : 1 : 0,459$
$\beta = 92°14'$ $Z = 1$

Diaphorit $4PbS \cdot 3Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$ Rhomb.-dipyramid. D_{2h}^{21} — Cmma
$a_0 = 15,86$ $b_0 = 32,29$ $c_0 = 5,90$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0,491 : 1 : 0,183$
$Z = 4$

Owyheeit $5PbS \cdot Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$ Rhombisch
$a_0 = 22,82$ $b_0 = 27,20$ $c_0 = 8,19$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0,839 : 1 : 0,301$
$Z = 8$

Schirmerit	$PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Bi_2S_3$	Rhombische, feinkörnige Massen, bleigrau bis eisenschwarz
Benjaminit	$2PbS \cdot (Ag,Cu)_2S \cdot 2Bi_2S_3$	Monoklin $a_0 = 13{,}34$ $b_0 = 4{,}06$ $c_0 = 20{,}25$[5]) $\beta = 104°$

Formel und Zellinhalt von Fizelyit, Ramdohrit und Andorit sind nicht mit Sicherheit anzugeben; in der Zelle von Fizelyit bzw. den entsprechenden Pseudozellen von Ramdohrit und Andorit scheinen 20 Metallatome und 23,5 bzw. 24 S-Atome enthalten zu sein.

[1]) Aufstellung in Dana 1944; Röntgendaten nach E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 79.
[2]) E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada **39**. 1945. 41. – Vgl. J. D. H. & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 161.
[3]) H. Winchell in Ch. Palache, Am. Min. **23**. 1938. 821.
[4]) S. C. Robinson, Am. Min. **34**. 1949. 398.
[5]) E. W. Nuffield, Am. Min. **38**. 1953. 550.

6.) Gruppe der reinen Bleispießglanze.

a) Bleiarsenspießglanze:

Sartorit (Skleroklas)	$PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 19{,}50$ $b_0 = 7{,}81$ $c_0 = 4{,}18$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}497 : 1 : 0{,}535$ $\beta = 90°$ $Z = 4$
Baumhauerit	$3PbS \cdot 2As_2S_3$	Triklin-pseudomonoklin $a_0 = 22{,}74$ $b_0 = 8{,}33$ $c_0 = 7{,}89$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}730 : 1 : 0{,}947$ $\alpha = 90°$ $\beta = 97°25'$ $\gamma = 90°$ $Z = 4$
Liveingit	$4PbS \cdot 3As_2S_3$	Monoklin-pseudorhombisch $a : b : c = ?$ $\beta = 90°17'$
Rathit	$3PbS \cdot 2As_2S_3$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}4782 : 1 : 0{,}5112$
Rathit-II	$19PbS \cdot 13As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ $a_0 = 8{,}32$ $b_0 = 70{,}9$ $c_0 = 7{,}91$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}117 : 1 : 0{,}112$ $\beta = 90°$ $Z = 2$
Dufrenoysit	$2PbS \cdot As_2S_3$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$? $a_0 = 8{,}41$ $b_0 = 25{,}85$ $c_0 = 7{,}88$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}326 : 1 : 0{,}306$ $\beta = 90°30'$ $Z = 8$
Lengenbachit	$7PbS \cdot 2As_2S_3$	Monoklin $a_0 = 34{,}8$ $b_0 = 2 \cdot 5{,}7$ $c_0 = 18{,}4$[3]) $\beta = 94°18'$ $Z = 12$ Zellinhalt: $12 \cdot Pb_6(Ag,Cu)_2As_4S_{13}$ (?)

Jordanit $5PbS \cdot As_2S_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 8{,}91$ $b_0 = 31{,}71$ $c_0 = 8{,}42$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}281 : 1 : 0{,}266$ $\beta = 118°21'$
$Z = 6$

Geokronit $5PbS \cdot AsSbS_3$ Monoklin $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 9{,}0$ $b_0 = 31{,}9$ $c_0 = 8{,}5$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}282 : 1 : 0{,}260$
$\beta = 118°00'$ $Z = 6$

Gratonit $9PbS \cdot 2As_2S_3$ Trigonal-pyramidal $C_{3v}^5 - R3m$
$a_{rh} = 10{,}56$ $\alpha = 114° 05'$ $Z = 1$[6])
$a_0 = 17{,}73$ $c_0 = 7{,}85$ $c_0/a_0 = 0{,}443$

Im Lengenbachit ist vielleicht ein Teil des Pb durch Ag und Cu vertreten, so daß nach Nuffield die Zusammensetzung der Formel $6PbS \cdot (Ag,Cu)_2S \cdot 2As_2S_3$ entspricht. Jordanit und Geokronit sind isotyp.

---

[1]) Dies sind die Gitterkonstanten für eine „Pseudozelle"; die eigentliche Zelle soll $a_0 = 59{,}00 = 3 \times 19{,}67$ und $c_0 = 83{,}46 = 20 \times 4{,}17$ mit $Z = 240$ besitzen (F. A. Bannister, A. Pabst, G. Vaux, Min. Mag. **25**. 1939. 264). – Vgl. Fußnote 4).

[2]) L. G. Berry, Ref. in Am. Min. **38**. 1953. 330.

[3]) E. W. Nuffield, Trans. Roy. Soc. Canada **38**. 1944. 59.

[4]) L. G. Berry in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 47. Zellinhalt: $Pb_{27}As_{14}S_{48}$. Unter Bevorzugung der obigen Formel mit $Z = 6$ wäre ein Ersatz von 3Pb durch 2As pro Elementarzelle anzunehmen.

[5]) R. M. Douglass, M. J. Murphy & A. Pabst, Am. Min. **39**. 1954. 908; Gitterkonstanten schwankend.

[6]) Ch. Palache & D. J. Fisher, Am. Min. **24**. 1939. 136; **25**. 1940. 255. – Vgl. P. Ramdohr, Zbl. Min. 1942. A. 17.

b) Bleiantimonspießglanze:

Fülöppit $3PbS \cdot 4Sb_2S_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 13{,}39$ $b_0 = 11{,}69$ $c_0 = 16{,}90$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}145 : 1 : 1{,}446$
$\beta = 94°42'$ $Z = 4$

Zinckenit $PbS \cdot Sb_2S_3$ (?) Rhombisch-dipyramidal pseudohexagonal
„Hexagonal": $a_0 = 44{,}14$ $c_0 = 8{,}62$[2])
$c_0/a_0 = 0{,}195$
Zellinhalt: $12Pb_6Sb_{14}S_{27}$ (?)

Robinsonit $7PbS \cdot 6Sb_2S_3$ Triklin
$a_0 = 16{,}51$ $b_0 = 17{,}62$ $c_0 = 3{,}97$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}937 : 1 : 0{,}225$
$\alpha = 96° 04'$ $\beta = 96° 22'$ $\gamma = 91° 12'$
$Z = 1$

Plagionit $5PbS \cdot 4Sb_2S_3$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 13{,}4 \quad b_0 = 11{,}9 \quad c_0 = 19{,}77$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}126 : 1 : 1{,}661 \quad \beta = 107° 13'$
$Z = 4$

Heteromorphit $11PbS \cdot 6Sb_2S_3$ (?) Monoklin
$a_0 = 11{,}95 \quad b_0 = 8{,}33 \quad c_0 = 14{,}21$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}435 : 1 : 1{,}706 \quad \beta = 106° 30'$
$Z = 1$

Jamesonit / **Parajamesonit** $4PbS \cdot FeS \cdot 3Sb_2S_3$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 15{,}71 \quad b_0 = 19{,}05 \quad c_0 = 4{,}04$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}825 : 1 : 0{,}212 \quad \beta = 91° 48'$
$Z = 2$
Abweichendes Pulverdiagramm[7])

Mineral **Q** $(Fe, Cu, Sb, Pb, Ag)_xS_y$ Monoklin $C_{2h}^1 - P2/m$ (?)
$a_0 = 19{,}06 \quad b_0 = 4{,}11 \quad c_0 = 17{,}26$[8])
$a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}637 : 1 : 4{,}200 \quad \beta = 95° 50'$

Semseyit $9PbS \cdot 4Sb_2S_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 13{,}51 \quad b_0 = 11{,}89 \quad c_0 = 24{,}53$[9])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}136 : 1 : 2{,}063 \quad \beta = 105° 45'$
$Z = 4$

Boulangerit $5PbS \cdot 2Sb_2S_3$ Monoklin-prismatisch, pseudorhombisch
$C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 21{,}56 \quad b_0 = 23{,}51 \quad c_0 = 8{,}09$[10])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}917 : 1 : 0{,}344 \quad \beta = 100° 48'$
$Z = 8$

Meneghinit $4PbS \cdot Sb_2S_3$ (?) Rhombisch-dipyramidal
$a_0 = 11{,}38 \quad b_0 = 24{,}09 \quad c_0 = 8{,}28$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}473 : 1 : 0{,}344$[11])
Zellinhalt: $Pb_{26}Cu_2Sb_{14}S_{48}$ (?)

Wismut-Jamesonit[6a]), $PbS \cdot (Bi, Sb)_2S_3$, mit Bi : Sb = 1,07 : 1 und 1,7 % Fe, ist eine Varietät von Jamesonit.

---

[1]) E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 49. – S. C. Robinson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 54.

[2]) G. Vaux & F. A. Bannister, Min. Mag. **25**. 1938. 221; nach Robinson 1948, l. c. $a_0 = 22{,}12$, $c_0 = 4{,}36$. – Vgl. E. W. Nuffield 1946.

[3]) L. G. Berry, J. J. Fahey & E. H. Bailey, Am. Min. **37**. 1952. 285, Ref. – Vgl. S. C. Robinson 1948, l. c.

[4]) C. W. Wolfe 1939 in Dana **1**. 1944. 465. – Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **49**. 1945. 17.

[5]) J.-E. Hiller, Z. Krist. **100**. 1938. 149.

[6]) L. G. Berry, Min. Mag. **25**. 1940. 597. – [6a]) M. S. Sakharowa, Akad. Nauk USSR. **7**. 1955. 112.

[7]) Nach Zsivny und Náray-Szabó (1947) gut individualisierte, aber nicht meßbare Kristalle von Kisbánya; ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit, D = 5,482; Symmetrie höchstens rhombisch.

[8]) L. C. Coleman, Am. Min. **38**. 1953. 506. 525.

[9]) C. W. Wolfe 1939 in Dana **1**. 1944. 466. – Vgl. E. W. Nuffield & M. A. Peacock 1945, l. c.

[10]) C. S. Hurlbut 1939; L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 5; Ch. Palache & H. Berman, Am. Min. **27**. 1942. 552.

[11]) L. G. Berry & D. A. Moddle, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **46**. 1941. 5. – Vgl. W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. **23**. 1938. 821.

c) Bleiwismutspießglanze:

Ustarasit*) $PbS \cdot 3Bi_2Si_3$ Prismat. Kristalle mit sehr guter Spaltbarkeit.

Galenobismutit $PbS \cdot Bi_2S_3$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$
$a_0 = 11{,}75 \quad b_0 = 14{,}50 \quad c_0 = 4{,}084$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}811 : 1 : 0{,}282 \quad Z = 4$

Cannizzarit $Pb_3Bi_5S_{11}$ (?) Monoklin-prismatisch
A: $C_{2h}^1 - P2/m$
$a_0 = 4{,}13 \quad b_0 = 4{,}10 \quad c_0 = 15{,}5$
$\beta = 99° 00'$[2])
B: $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 7{,}07 \quad b_0 = 4{,}10 \quad c_0 = 15{,}5$
$\beta = 99° 00'$[2])

Cosalit $2PbS \cdot Bi_2S_3$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$
$a_0 = 19{,}07 \quad b_0 = 23{,}86 \quad c_0 = 4{,}06$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}799 : 1 : 0{,}170 \quad Z = 8$

Kobellit $6PbS \cdot 2Bi_2S_3 \cdot Sb_2S_3$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{13} - Pnmm$
$a_0 = 22{,}60 \quad b_0 = 34{,}08 \quad c_0 = 4{,}02$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}663 : 1 : 0{,}118 \quad Z = 4$

Weibullit könnte ein Selengalenobismutit von der Formel $PbS \cdot Bi_2Se_3$ sein. **Bursait**[5]), monoklin-pseudorhombisch, soll $5\,PbS \cdot 2\,Bi_2S_3$ sein.

*) M. S. Sakharowa, Akad. Nauk USSR **7**. 1955. 112 (d-Werte).

[1]) C. W. Wolfe, Am. Min. **23**. 1938. 790; L. G. Berry, Am. Min. **25**. 1940. 726. – F. E. Wickman, Ark. Min. Geol. **1**. 1951. 219 (Struktur).

[2]) A. R. Graham, R. M. Thompson & L. G. Berry, Am. Min. **38**. 1953. 536. – Nach Peacock (1940) sollte Identität mit Galenobismutit vorliegen.

[3]) L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **42**. 1939. 23.

[4]) E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 86.

[5]) P. de Wijkerslooth, Sympos. Géol. Ankara, M. T. A. 1955.

„Nichtspießglanze"

7.) Proustit-Xanthokon-Gruppe. Dimorphie.

a) Proustit-Reihe. Isotypie.

Proustit (Lichtes **Rotgültigerz**) Ag_3AsS_3 Ditrigonal-pyramidal $C_{3v}^6 - R3c$
$a_{rh} = 6{,}85 \quad \alpha = 103°27' \quad Z = 2$[1])

Hexagonale Zelle:
$a_0 = 10{,}76$ $c_0 = 8{,}66$ $c_0/a_0 = 0{,}805$

Pyrargyrit Ag_3SbS_3 Ditrigonal-pyramidal $C_{3v}^6 - R3c$
(Dunkles **Rotgültigerz**) $a_{rh} = 7{,}01$ $\alpha = 104°06'$ $Z = 2$[1])
Hexagonale Zelle:
$a_0 = 11{,}06$ $c_0 = 8{,}73$ $c_0/a_0 = 0{,}789$

b) Xanthokon-Reihe. Wohl homöotyp.

Xanthokon Ag_3AsS_3 Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
Pseudorhombische Zelle: F2/d
$a_0 = 11{,}99$ $b_0 = 6{,}21$ $c_0 = 31{,}86$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}931 : 1 : 5{,}130$ $\beta = 90°30^1/_2'$
$a:b:c = 1{,}9187:1:1{,}0152$ $\beta = 91°13'$
$Z = 16$

Pyrostilpnit Ag_3SbS_3 Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
(Feuerblende) Pseudorhombische Zelle: $B2_1/c$
$a_0 = 12{,}17$ $c_0 = 6{,}24$ $b_0 = 15{,}84$[2])
$a_0 : c_0 : b_0 = 1{,}950 : 1 : 2{,}538$
$\beta = 90°00'$ $Z = 8$

Anhang:

Samsonit $2Ag_2S \cdot MnS \cdot Sb_2S_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/n$
$a_0 = 10{,}31$ $b_0 = 8{,}07$ $c_0 = 6{,}62$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}277:1:0{,}820$ $\beta = 92°41'$
$Z = 2$

Samsonit ist wegen seiner den Rotgültigerzen ähnlichen optischen Eigenschaften vorläufig hier untergebracht.

---

[1]) D. Harker, J. Chem. Phys. **4**. 1936. 381 (Struktur). – Vgl. R. Hocart, C. R. Acad. Sci. Paris **205**. 1937. 68 (Struktur, SB. **5**. 75).
[2]) M. A. Peacock, Min. Mag. **29**. 1950. 346.
[3]) C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 25.

8.) Linneit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch. $O_h^7 - Fd3m$. Gitter vom Spinelltypus. Isotypie und weitgehende Mischbarkeit.

Linneit (Kobaltkies)	Co_3S_4	$a_0 = 9{,}42$	$Z = 8$[1])
Siegenit	$(Co,Ni)_3S_4$	$a_0 = 9{,}43$	$Z = 8$[2])
Polydymit	Ni_3S_4	$a_0 = 9{,}42$	$Z = 8$[1])
Violarit	$FeNi_2S_4$	$a_0 = 9{,}53$	$Z = 8$[3])
Daubréelith	$FeCr_2S_4$	$a_0 = 9{,}98$	$Z = 8$[4])
Bornhardtit	Co_3Se_4	$a_0 \sim 10{,}2$	$Z = 8$[5])

Carrollit ist eine Varietät von Linneit mit 10—19 Gew.-% Cu an Stelle von Co, $a_0 = 9{,}45$[1]). Die reinen Endglieder existieren kaum; sie treten fast stets mit Gehalten an Cu, Fe, Co und Ni auf. Gelegentlich vorhandene Metallüberschüsse bis zu $R_{3,2}S_4$ gehen auf orientierte Einlagerungen feinster Milleritnetze zurück. Daubréelith ist nur aus Meteoriten und als Kunstprodukt bekannt.

[1]) G. Menzer, Z. Krist. **64**. 1926. 506 (Struktur, SB. **1**. 421). – Vgl. W. F. de Jong, Z. anorg. Chem. **161**. 1927. 311; W. F. de Jong & A. Hoog, Z. Krist. **66**. 1927. 169 (Struktur). – S. Holgerson, Lunds Univ. Årskrift **23**. 1927. Nr. 9 (Struktur). – D. Lundquist & A. Westgren, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 85. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24**. A. 1947. Nr. 21, 1—12.

[2]) G. Natta & L. Passerini, Rend. Acc. Lincei **14**. 1931. 38.

[3]) H. Berman in Dana **1**. 1944. 262. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **22** A. 1947. Nr. 22, gibt für synthet. $FeNi_2S_4$ $a_0 = 9{,}445$ an.

[4]) F. Heide, E. Herschkowitsch & E. Preuß, Chem. d. Erde **7**. 1932. 483. – D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **17** B. Nr. 12.

[5]) P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

D.) Sulfide mit R : S = 1 : 2

1. Pyrit-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch. $T_h^6 - Pa3$. Isotypie und wohl unbegrenzte Diadochie (Fe, Co, Ni).

Pyrit (Schwefelkies)	FeS_2	$a_0 = 5{,}41-5{,}42$[1])	$Z = 4$
Cattierit	CoS_2	$a_0 = 5{,}65$[2])	$Z = 4$
Vaesit	NiS_2	$a_0 = 5{,}75$[3])	$Z = 4$
Trogtalit	$CoSe_2$	$a_0 = 5{,}87$[4])	$Z = 4$
Penroseit (Blockit)	$(Ni,Cu,Co)Se_2$	$a_0 = 6{,}03$[5])	$Z = 4$
Laurit	RuS_2	$a_0 = 5{,}60$[6])	$Z = 4$
Sperrylith	$PtAs_2$	$a_0 = 5{,}94$[7])	$Z = 4$
Aurostibit	$AuSb_2$	$a_0 = 6{,}66$[8])	$Z = 4$
Hauerit (Mangankies)	MnS_2	$a_0 = 6{,}10$[9])	$Z = 4$

Mischkristalle bzw. Varietäten sind: **Bravoit** oder Nickelpyrit, $(Ni, Fe, Co)S_2$, $a_0 = 5{,}50-5{,}58$[2a]); **Villamaninit**, $(Cu, Ni, Co, Fe)(S, Se)_2$, $a_0 = 5{,}66$[3a]).

Melnikovit-Pyrit ist kryptokristalliner Pyrit gelförmiger Entstehung. Laurit besitzt einen geringen Gehalt an Osmium; Hauerit zeigt stark nichtmetallischen Charakter, wohl als Folge einer diamantähnlichen Bindungsart.

Beim Erhitzen von Pyrit auf 669°C entsteht Pyrrhotin der Zusammensetzung Fe_7S_8, nicht FeS*); beim Erhitzen von Arsenkies entsteht Fe(S,As) mit NiAs-Struktur und S:As ~ 9:1.

[1]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89**. A. 1913. 468 (Struktur, SB. **1**. 150). – W. F. de Jong, Physica **7**. 1927, 23; J. Oftedal, Z. phys. Chem. **134**. 1928. 301; **135**. 1928. 291; H. M. Parker & W. J. Whitehouse, Phil. Mag. **14**. 1932. 939; M. A. Peacock & F. G. Smith, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **46**. 1941. 107; weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

[2]) Für künstliches CoS_2 (W. F. de Jong & H. W. V. Willems, Z. anorg. Chem. **160**. 1927. 185); Cattierit von Shinkolobwe, Katanga, $a_0 = 5{,}52$ (P. F. Kerr, Am. Min. **30**. 1945. 483; 498).

[2a]) W. F. de Jong & H. W. V. Willems 1927, l. c.; F. A. Bannister, Min. Mag. **25**. 1940. 609.

[3]) Für künstliches NiS_2 (de Jong & Willems 1927, l. c.); Vaesit von Kasompi, Katanga, $a_0 = 5{,}67$ (Kerr 1945, l. c.). – Vgl. D. Lundquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24** A. 1947. Nr. 21, 1–12.

[3a]) Siehe Min. Tab. 1941.

[4]) P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

[5]) F. A. Bannister & M. H. Hey, Am. Min. **22**. 1937. 319. – Vgl. W. F. de Jong & H. W. V. Willems, Z. anorg. Chem. **170**. 1928. 241, für künstliches $NiSe_2$; J. W. Earley, Am. Min. **35**. 1950. 337.

[6]) F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1932. 188. – Vgl. J. Oftedal, Z. phys. Chem. **135**. 1928. 291.

[7]) F. A. Bannister 1932, l. c. – Vgl. T. Thomassen, Z. phys. Chem. B **2**. 1929. 349; B **4**. 1929. 287; G. Aminoff & A. L. Parsons, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **26**. 1928. 1.

[8]) A. R. Graham & S. Kaiman, Am. Min. **37**. 1952. 461. – Vgl. J. Sobotka, Rozpravy Česk. Akad. Ved. **64**. 1954. 43.

[9]) Strukturtyp: P. P. Ewald & W. Friedrich 1914. – F. Offner, Z. Krist. **89**. 1934. 182; W. Biltz & F. Wiechmann, Z. anorg. Chem. **228**. 1936. 268, u. a.

*) G. Wunderlich, Thermodynamik des Pyritzerfalls, Z. Elektrochem. **56**. 1952. 218.

2.) Cobaltin-Ullmannit-Gruppe.

a) Cobaltin-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch, $T_h^6 - Pa3$. Isotypie und weitgehende Diadochie (Co, Ni).

Cobaltin (Kobaltglanz)	CoAsS	$a_0 = 5{,}61$	$Z = 4$[1])
Gersdorffit	NiAsS	$a_0 = 5{,}71$	$Z = 4$[2])

b) Ullmannit-Reihe. Kubisch-tetartoedrisch, $T^4 - P2_13$.

Willyamit	(Co, Ni)SbS	Isotyp mit Ullmannit
Ullmannit	NiSbS	$a_0 = 5{,}92$ $Z = 4$[3])
Kallilith	Ni(Sb, Bi)S	Isotyp mit Ullmannit

Nach Peacock & Henry 1948 haben Cobaltin und Gersdorffit Pyritstruktur mit statistischer Verteilung von As und S, während im Ullmannit eine geordnete Verteilung von Sb und S vorliegt[4]).

Cobaltin enthält stets Fe-Gehalte, manchmal bis zu 12% und mehr, die aber zum Teil auf Verwachsungen mit Pyrit oder Magnetkies zurückgehen. **Korynit** ist ein Mischkristall von Gersdorffit und Ullmannit. Willyamit besitzt das Verhältnis Co : Ni ziemlich genau gleich 1 : 1.

[1]) M. Mechling, Abh. Sächs. Ges. **38**. 1921 (Struktur, SB. **1**. 269, vgl. jedoch Zit. 4); L. S. Ramsdell, Am. Min. **10**. 1925. 281; V. M. Goldschmidt (W. Zachariasen), Geochem. Vert.-Ges. VIII. 1927. – Vgl. V. B. Meen in Peacock & Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **44**. 1940. 47.

[2]) S. v. Olshausen, Z. Krist. **61**. 1925. 463; L. S. Ramsdell 1925, l. c.; V. M. Goldschmidt 1927, l. c.; V. B. Meen 1940, l. c.

[3]) L. S. Ramsdell 1925, l. c.; V. M. Goldschmidt 1927, l. c.; V. B. Meen 1940, l. c.

[4]) M. A. Peacock & W. G. Henry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **52**. 1948. 71.

3. Markasit-Löllingit-Gruppe.

Markasit FeS_2 Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12} – Pmnn
$a_0 = 3{,}39$ $b_0 = 4{,}45$ $c_0 = 5{,}42$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}762 : 1 : 1{,}218$ $Z = 2$

Ferroselit $FeSe_2$ Rhombisch D_{2h}^{12}-Pmnn oder C_{2v}^{10}-P2nn
$a_0 = 3{,}58$ $b_0 = 4{,}79$ $c_0 = 5{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}747 : 1 : 1{,}198$

Hastit $CoSe_2$ Rhombisch-dipyramidal
$a_0 = 3{,}60$ $b_0 = 4{,}84$ $c_0 = 5{,}72$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}744 : 1 : 1{,}182$ $Z = 2$

Frohbergit $FeTe_2$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12} – Pmnn
$a_0 = 3{,}86$ $b_0 = 5{,}29$ $c_0 = 6{,}27$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}730 : 1 : 1{,}185$ $Z = 2$

Safflorit $CoAs_2$ Wohl isotyp mit Markasit
Diadochie (Co, Ni)[5])

Rammelsbergit $NiAs_2$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12} – Pmnn
$a_0 = 3{,}54$ $b_0 = 4{,}79$ $c_0 = 5{,}79$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}739 : 1 : 1{,}209$ $Z = 2$

Anhang:

Löllingit $FeAs_2$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12} – Pmnn
$a_0 = 2{,}86$ $b_0 = 5{,}26$ $c_0 = 5{,}93$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}544 : 1 : 1{,}130$ $Z = 2$

Para-Rammelsbergit $NiAs_2$ Rhombisch Pbcm oder Pbc2 (oder nur pseudorhombisch)
$a_0 = 11{,}43$ $(= 4 \cdot 2{,}86)$ $b_0 = 5{,}75$ $c_0 = 5{,}81$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}988 : 1 : 1{,}012$ $Z = 8$

Es besteht wohl Isotypie zwischen Markasit, Ferroselit, Hastit, Frohbergit, Safflorit und Rammelsbergit sowie Homöotypie zu Löllingit und Para-Rammelsbergit. Safflorit und Rammelsbergit bilden eine kontinuierliche Mischkristallreihe. Löllingit enthält häufig etwas S, Co und Ni.

Frohbergit (Thompson 1947), mikroskopisch kleine Einsprenglinge in Erzstücken von Montbray, Quebec, gibt die gleichen Pulverdiagramme wie das von S. Tengnér (1938) untersuchte synthetische $FeTe_2$. **Melnikowit-Markasit** ist kryptokristalliner Markasit gelförmiger Entstehung[8]).

Markasit geht bei 520—535°C monotrop in Pyrit über[9]).

[1]) M. J. Buerger, Am. Min. **16**. 1931. 361; Z. Krist. **97**. 1937. 504 (Struktur, SB. **1**. 495, SB. **5**. 52).

[2]) E. Z. Bur'janowa & A. Komkow, Doklady Akad. Wiss. USSR **105**. 1955. 812.

[3]) P. Ramdohr & M. Schmitt, N. Jb. Min. Mh. 1955. 133.

[4]) R. M. Thompson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1947. 35. – Für synth. $FeTe_2$ vgl. S. Tengnér, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 126; Naturw. **26**. 1938. 429.

[5]) W. F. de Jong 1926, l. c.

[6]) M. A. Peacock & A. S. Dadson, Am. Min. **25**. 1940. 561. – S. Kaiman, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**, 1947. 49 (Struktur, SR. **11**. 40).

[7]) M. J. Buerger, Z. Krist. **82**. 1932. 165; Z. Krist. **97**. 1937. 504; Am. Min. **22**. 1937. 48 (Struktur, SB. **2**. 273).

[8]) H. Rechenberg, N. Jb. Min. Mh. 1950. 141.

[9]) E. T. Allen, J. L. Crenshaw, J. Johnston & E. S. Larsen, Z. anorg. Chem. **76**. 1912. 201.

4.) Arsenopyrit-Gruppe.

Die Mineralien der Arsenopyrit-Gruppe sind nach der üblichen Auffassung rhombisch-dipyramidal und homöotyp.

Röntgenographisch zeigen Arsenopyrite mit idealer Zusammensetzung Abweichungen nach monokliner Symmetrie (C_2^5), solche mit nicht idealer Formel Abweichungen nach trikliner Symmetrie, jedoch stets mit 90° 00′ als Winkel der kristallographischen Achsen[1]). Für Glaukodot wurde röntgenographisch die rhombische Symmetrie (D_{2h}^{19}—Cmmm) bestätigt); für Gudmundit liegen offenbar gleichfalls keine gesicherten Anzeichen für eine geringere als rhombische Symmetrie vor. Es erscheint somit zweckmäßig, für Arsenopyrit die klassische Orientierung beizubehalten, obgleich auch erzmikroskopisch breite nichtrhombische Lamellen erkennbar sind.

Arsenopyrit (Arsenkies)	FeAsS	a : b : c = 0,6773 : 1 : 1,1882
		$a_0 = 6{,}43$ $b_0 = 9{,}53$ $c_0 = 5{,}66$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}675 : 1 : 0{,}594$ Z = 8
Glaukodot	(Co,Fe)AsS	a : b : c = 0,6942 : 1 : 1,1925
		$a_0 = 6{,}68$ $b_0 = 3 \cdot 9{,}64$ $c_0 = 5{,}74$[2])
		$a_0 : {}^1/_3 b_0 : c_0 = 0{,}693 : 1 : 0{,}595$ Z = 8
Gudmundit	FeSbS	a : b : c = 0,6729 : 1 : 1,1868
		$a_0 = 6{,}69$ $b_0 = 10{,}06$ $c_0 = 5{,}94$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}665 : 1 : 0{,}590$ Z = 8

Danait ist ein Arsenopyrit mit 6—9% Co, während Glaukodot ca. 16—25% Co enthält.

[1]) M. J. Buerger, Z. Krist. **95**. 1936. 83; Am. Min. **22**. 1937. 48 (Struktur, SB. **4**. 30). – Vgl. W. F. de Jong, Physica **6**. 1926. 325.

[2]) R. B. Ferguson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **51**. 1946. 41; Bull. Geol. Soc. Am. **57**. 1947. 1193; Am. Min. **32**. 1947. 199. – Vgl. W. F. de Jong 1926, l. c.; G. A. Harcourt, Am. Min. **27**. 1942. 63.

[3]) M. J. Buerger, Z. Krist. **101**. 1939. 290 (Struktur).

5.) Molybdänit-Reihe. Isotypie.

Molybdänit (Molybdänglanz)	MoS_2	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
		$a_0 = 3{,}16$ $c_0 = 12{,}32$ $c_0/a_0 = 3{,}899$ Z = 2[1])
Tungstenit	WS_2	Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
		$a_0 = 3{,}19$ $c_0 = 12{,}5$ $c_0/a_0 = 3{,}919$ Z = 2[2])

Jordisit ist röntgenamorphes MoS_2.

[1]) R. G. Dickinson & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **45**. 1923. 1465 (Struktur, SB. **1**. 164). – Vgl. O. Hassel, Z. Krist. **61**. 1925. 92.

[2]) A. E. v. Arkel, Rec. trav. chim. Pays-Bas. **45**. 1926. 437.

E.) Metallarme Sulfide

(R : S < 1 : 2, einschließlich der Sulfide mit nichtmetallischem Charakter)

1.) Skutterudit-Reihe. Kubisch-disdodekaedrisch, $T_h^5 - Im3$. Isotypie und wohl unbegrenzte Diadochie (Fe, Co, Ni).

Chathamit (?) $(Fe,Co,Ni)As_{3-2}$ $a_0 = (?)$

Skutterudit $CoAs_{3-2}$ $a_0 = 8{,}21-8{,}29$ $Z = 8$[1])
(**Speiskobalt**, Smaltin)

Chloanthit $NiAs_{3-2}$ $a_0 = 8{,}28$ $Z = 8$[1])
(Weißnickelkies, Ni-Skutterudit)

Die ideale Zusammensetzung ist RAs_3, die in erzmikroskopisch homogenen Kristallen tatsächlich verwirklicht ist; es werden aber auch geringere As-Gehalte bis herab zu RAs_2 beobachtet, offenbar als Folge von As-Leerstellen im Gitter. **Arsenoferrit**, gelegentlich als das reine Fe-Analogon angesehen, ist identisch mit Löllingit (Buerger 1936). Chathamit enthält 12% Fe, 9% Ni und 4% Co.

[1]) J. Oftedal, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 250; Z. Krist. **66**. 1928. 517 (Struktur, SB. **1**. 232). – Synthet. Mischkristalle: SR. **11**. 270.

2.) Patronit-Realgar-Gruppe (mit ausgesprochen nichtmetallischem Charakter).

Patronit VS_4 (?) Kristallform?

Dimorphin As_4S_3 Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}6032 : 1 : 0{,}9068$

Realgar As_4S_4 Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 9{,}29$ $b_0 = 13{,}53$ $c_0 = 6{,}57$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}687 : 1 : 0{,}486$ $\beta = 106° 33'$
$Z = 4$ Moleküle As_4S_4[2])

Auripigment As_2S_3 Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 11{,}49$ $b_0 = 9{,}59$ $c_0 = 4{,}25$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}198 : 1 : 0{,}443$ $\beta = 90° 27'$ $Z = 4$

Metastibnit Sb_2S_3 Krustenförmige kryptokristalline Massen von roter Farbe

Gerstleyit $(Na, Li)_4As_2Sb_8S_{17} \cdot 6H_2O$ Monoklin (?)
$a_0 = 5{,}6$ $b_0 = 22-23$ $c_0 = 4{,}9$
$\beta = 97° \pm 3°$[4])

Patronit soll stets gemengt mit Schwefel und schwarzem kohligem Material auftreten; **Karelinit** ist wohl gleichfalls ein Gemenge.

[1]) M. J. Buerger, Am. Min. **20**. 1935. 36.
[2]) T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **5**. 1952. 775.
[3]) M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942. 301. – N. Morimoto, X-Rays (Osaka) **5**. 1949. 115 (Struktur). – N. Morimoto & T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950. 177 (Struktur, SR. **12**. 175).
[4]) C. Frondel & V. Morgan, Am. Min. **41**. 1956. 839.

III.

Klasse der Halogenide

A.) Einfache Halogenide

1a.) Miersit-Reihe	AgJ;
b.) Jodargyrit	AgJ.
2.) Halit-Reihe	$NaCl$.
3.) Salmiak	NH_4Cl.
4.) Kalomel-Reihe	α-Hg_2Cl_2.
5.) Sellait-Hydrophilit-Gruppe	MgF_2, $CaCl_2$.
6.) Chloromagnesit-Reihe	$MgCl_2$.
7.) Fluorit-Reihe	CaF_2.
8.) $AlCl_3$-Molysit-Gruppe	$AlCl_3$, $FeCl_3$.
9.) Hydrohalit-Bischofit-Gruppe	$NaCl \cdot 2H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.
10.) Fluellit-Chloroaluminit-Gruppe	$AlF_3 \cdot H_2O$, $AlCl_3 \cdot 6H_2O$.

B.) Doppelhalogenide

1.) Ferruccit-Prosopit-Gruppe	$Na[BF_4]$, $Ca[Al(F,OH)_4]_2$.
2.) Malladrit-Kryptohalit-Gruppe	$Na_2[SiF_6]$, $(NH_4)_2[SiF_6]$.
3.) Kryolith-Elpasolith-Gruppe	$Na_3[AlF_6]$, $K_2Na[AlF_6]$.
4.) Thomsenolith-Pachnolith-Gruppe	$NaCa[AlF_6] \cdot H_2O$.
5.) Chiolith-Ralstonit-Gruppe	$Na_5[Al_3F_{14}]$...
6.) Rinneit-Reihe	$K_3Na[FeCl_6]$.
7.) Mitscherlichit-Erythrosiderit-Gruppe	$K_2[CuCl_4(H_2O)_2]$, $K_2[Fe^{\cdots}Cl_5(H_2O)]$.
8.) Carnallit-Tachyhydrit-Gruppe	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$.

C.) Oxyhalogenide

1.) Atakamit-Reihe	$Cu_2(OH)_3Cl$.
2.) Koenenit-Buttgenbachit-Gruppe	$(Mg,Al)(OH,O)(OH,Cl)$, $Cu_{19}[Cl_4\|(OH)_{32}\|(NO_3)_2 + 2H_2O]$.
3.) Terlinguait-Eglestonit-Gruppe	$2HgO \cdot Hg_2Cl_2$, Hg_6Cl_4O.
4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe	$5PbCl_2 \cdot 4Cu(OH)_2 \cdot AgCl \cdot 1^1/_2 H_2O$, $4PbO \cdot Pb(Cl,OH)_2 \cdot 2Fe_2O_3$.
5.) Fiedlerit-Laurionit-Gruppe	$Pb_3(OH)_2Cl_4$, $PbOHCl$.
6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe	$PbCl_2 \cdot 2PbO$, $PbSbO_2Cl$.

A.) Einfache Halogenide

Metall : Halogen = 1 : 1

1.) Miersit-Jodargyrit-Gruppe. Isodimorphie; vom AgJ gibt es eine kubische Modifikation mit Zinkblendestruktur und eine hexagonale Modifikation mit Wurtzitstruktur.

a) Miersit-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch, $T_d^2 - F\,43m$. Isotypie.

Nantokit	CuCl	$a_0 = 5{,}42$ $Z = 4$[1])
Marshit	CuJ	$a_0 = 6{,}06$ $Z = 4$[1])
Miersit	AgJ	$a_0 = 6{,}50$ $Z = 4$[1])

b) Jodargyrit.

Jodargyrit (Jodyrit)	AgJ	Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4 - P\,6_3mc$ $a_0 = 4{,}59$ $c_0 = 7{,}50$ $c_0/a_0 = 1{,}634$ $Z = 2$[2])

Im Miersit sind ca. 20 At.-% des Ag durch Cu vertreten, und dies mag Anlaß zu einer guten Stabilisierung dieses Minerales sein; aber auch vom reinen AgJ kennt man bei Zimmertemperatur experimentell die Zinkblende- und Wurtzit-Modifikationen: Das kubische AgJ erhält man durch Pulverisieren der hexagonalen Modifikation; aus Lösung bildet sich hexagonales AgJ, wenn J-Ionen im Überschuß sind, kubisches AgJ, wenn Ag-Ionen im Überschuß sind. Oberhalb 146° C entsteht eine weitere kubische Modifikation mit $a_0 = 5{,}04$ Å und komplizierter Struktur[3]).

[1]) T. F. W. Barth & G. Lunde, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 281. – Vgl. R. W. G. Wyckoff & E. Posnjak, J. Am. Chem. Soc. **44**. 1922. 30.

[2]) N. H. Kolkmeijer & J. W. A. van Hengel, Z. Krist. **88**. 1934. 317. – Vgl. G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **44**. 1922. 444. – L. Helmholz, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 740.

[3]) L. W. Strock, Z. phys. Chem. **25**. 1934. 441.

2.) Halit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^5 - Fm3m$. Isotypie, z. T. Isomorphie.

Villiaumit	NaF	$a_0 = 4{,}63$	$Z = 4$[1])
Carobbiit	K F	$a_0 = 5{,}40$	$Z = 4$[2])
Halit (Steinsalz)	NaCl	$a_0 = 5{,}6404 \pm 0{,}0001$	$Z = 4$[3])
Sylvin	K Cl	$a_0 = 6{,}29$	$Z = 4$[4])

Chlorargyrit (Kerargyrit, Hornsilber) AgCl $a_0 = 5{,}55$ $Z = 4$[5])

Bromargyrit (Bromyrit) AgBr $a_0 = 5{,}77$ $Z = 4$[5])

Natürlicher Villiaumit zeigt intensiv rote Bestrahlungsverfärbung und optisch einachsig-negative Anisotropie, die beide durch Erhitzen auf 300° C verschwinden und nach Bestrahlung wieder erscheinen[1]).

Aus Schmelzen hergestellte (Na,K)Cl-Mischkristalle sind nur oberhalb 398° C existenzfähig, während bei Abkühlung Entmischung und Trübung erfolgt. Da in den Kristallstrukturen im allgemeinen ein großes Kation sicherlich leichter durch ein kleines als umgekehrt vertreten wird, können wahrscheinlich aus wäßrigen Lösungen bei Zimmertemperatur (K, Na)Cl-Mischkristalle mit wenig Na, nicht aber solche mit wenig K entstehen. Die blaue, violette und manchmal auch gelbe Farbe des Steinsalzes ist eine Bestrahlungsverfärbung, die durch Erhitzen auf ca. 300° C verschwindet und bei Bestrahlung wieder erscheint.

Huantajayit ist Halit mit 3—11% AgCl. Mischkristalle aus der Chlorargyrit-Reihe sind: **Bromchlorargyrit (Embolit),** Ag(Cl, Br), mit Cl und Br in wechselnden Verhältnissen; **Jodobromit,** Ag(Cl, Br, J), mit wenig J.

[1]) T. Barth & G. Lunde, Zbl. Min. **57**, 1927. – Vgl. A. W. Hull 1919; R. W. G. Wyckoff 1921/22; W. P. Davey 1923 u. a.

[2]) H. Strunz, Rend. Soc. Min. Ital. **12**. 1956. 212. – Vgl. G. Carobbi, Att. Acc. Sci. Lett. Arti, Modena **14**. 1936. 1. – Für reines KF ist $a_0 = 5{,}34$, W. P. Davey, Phys. Rev. **21**. 1923. 143. – E. Broch, I. Oftedal & A. Pabst, Z. physik. Chem. **3**. 1929. 209.

[3]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89**. A. 1914. 468 (Struktur, SB. **1**. 72). – C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 876 (Präzisionsgitterkonstanten bei 25°C).

[4]) W. P. Davey, 1923. l. c. – H. Ott, Z. Krist. **63**. 1926. 222. – Vgl. E. Wagner 1916; A. W. Hull 1919; L. Vegard 1921 u. a.

[5]) T. Barth & G. Lunde, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 281; R. B. Wilsey, Phil. Mag. **46**. 1923. 487; W. P. Davey, Phys. Rev. **19**. 1922. 248 u. a.

3.) Salmiak. CsCl-Struktur.

Salmiak (Salammoniak) α-NH_4Cl Kubisch $T_d^1 - P\bar{4}3m$ und $O_h^1 - Pm3m$
$a_0 = 3{,}87$[1]) $Z = 1$

Es existieren zwei oder sogar drei Strukturvarianten: eine energieärmere unterhalb $-30°$ C mit parallel orientierten NH_4-Ionen und der Symmetrie T_d^1-$P\bar{4}3m$, sowie eine energiereichere oberhalb $-30°$ C mit nicht parallel orientierten oder sogar rotierenden NH_4-Ionen und der statistischen Symmetrie O_h^1-$Pm3m$[1a]). Die von Tschermak (1882), Mügge (1898) u. a. an Wachstums- und Lösungskörpern beobachtete gyroedrische Symmetrie (O—432) ist möglicherweise auf die Mitwirkung asymmetrischer Lösungsgenossen zurückzuführen.

Zudem sind NH_4Cl, NH_4Br und NH_4J dimorph; sie besitzen bei höherer Temperatur Strukturen vom Steinsalztypus, bei tieferer Temperatur solche vom Caesiumchloridtypus.

	CsCl-Typus		NaCl-Typus	
NH_4Cl	< 184,3° C	$a_0 = \mathbf{3{,}87}$[1])	> 184,3° C	$a_0 = 6{,}54$[1])
NH_4Br	< 137,8° C	$a_0 = \mathbf{4{,}06}$[1])	> 137,8° C	$a_0 = 6{,}91$[1])
NH_4J	< − 17,6° C	$a_0 = 4{,}38$[2])	> − 17,6° C	$a_0 = \mathbf{7{,}25}$[1])

(Die fett gedruckten Gitterkonstanten beziehen sich auf die bei Zimmertemperatur stabilen Modifikationen.)

[1]) G. Bartlett & J. Langmuir, J. Am. Chem. Soc. **43**. 1921. 84; L. Vegard, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. 1921, Nr. 6. – Zur Struktur von Salmiak s. R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **3**. 1922. 177; **4**. 1922. 469; vgl. auch: W. E. Laschkarew & J. D. Usyskin, Z. Physik **85**. 1933. 618.

[1a]) Vgl. J.-P. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **77**. 1954. 881.

[2]) F. Simon & Cl. v. Simson, Naturwiss. **14**. 1926. 880.

4.) Kalomel-Reihe. Isotypie.

Kalomel (**Hornquecksilber**) α-Hg_2Cl_2 Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
$a_0 = 4{,}46 \quad c_0 = 10{,}91 \quad c_0/a_0 = 2{,}446 \quad Z = 2$[1])

„Jodquecksilber" (synthetisch) Hg_2J_2 Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mnm$
$a_0 = 4{,}93 \quad c_0 = 11{,}63 \quad c_0/a_0 = 2{,}359 \quad Z = 2$[2])

Kalomel, rotes α-Hg_2Cl_2, mit linearen Molekülen Cl—Hg—Hg—Cl, geht bei 126,3° C enantiotrop in die gelbe Modifikation β-Hg_2Cl_2, von rhombischer Symmetrie, über; die Rückumwandlung ist im allgemeinen stark verzögert. Jodquecksilber ist als Mineral nicht mit Sicherheit bekannt; die Existenz von **Coccinit**, HgJ_2, ist gleichfalls unsicher.

[1]) H. Mark & J. Steinbach, Z. Krist. **64**. 1926. 79. – Vgl. Ch. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **178**. 1925. 15; R. J. Havighurst, Am. J. Sci. **10**. 1925. 15; J. Am. Chem. Soc. **48**. 1926. 2113 (Struktur, SB. **1**. 237).

[2]) R. J. Havighurst 1925, l. c. – Vgl. M. L. Huggins & P. L. Magill, J. Am. Chem. Soc. **49**. 1927. 2357, u. a.

Metall : Halogen = 1 : 2

5.) Sellait-Hydrophilit-Gruppe. Homöotypie; MgF_2 besitzt ein ideales, $CaCl_2$ ein deformiertes Rutilgitter.

Sellait MgF_2 Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$
$a_0 = 4{,}65 \quad c_0 = 3{,}07 \quad c_0/a_0 = 0{,}660 \quad Z = 2$[1])

Hydrophilit[2]) $CaCl_2$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{12} - Pnnm$ ($C_{2v}^{10} - Pnn2$?)
$a_0 = 6{,}25 \quad b_0 = 6{,}44 \quad c_0 = 4{,}21$[2a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}970 : 1 : 0{,}654 \quad Z = 2$

Chlorocalcit (Bäumlerit), $KCaCl_3$, kristallisiert wahrscheinlich rhombisch-pseudokubisch.

[1]) A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **1**. 1925. 664; H. E. Buckley & W. S. Vernon, Phil. Mag. **49**. 1925. 945 u. a.

[2]) Hausmann 1813. – [2a]) A. K. van Bever & W. Nieuwenkamp, Z. Krist. **90**. 1935. 374, für künstliche Kristalle. – A. T. Jensen & A. Lannung, K. Danske Vidensk. Selsk. Skr. Mat.-Fys. Medd. **20**. 1943. Nr. 15 (Struktur, SR. **9**. 145).

6.) Chloromagnesit-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch, $D_{3d}^5 - R\,3m$. Struktur $CdCl_2$-Typ (analog CdJ_2, jedoch mit rhomboedrischer Schichtenfolge). Isomorphie.

Chloromagnesit $MgCl_2$ $a_{rh} = 6{,}23$ $\alpha = 33°30'$ $Z = 1$[1])
hexag.: $a_0 = 3{,}60$ $c_0 = 17{,}64$ $c_0/a_0 = 4{,}900$ $Z = 3$[1])

Lawrencit $FeCl_2$ $a_{rh} = 6{,}20$ $\alpha = 33°33^1/_2'$ $Z = 1$[2])
hexag.: $a_0 = 3{,}59$ $c_0 = 17{,}56$ $c_0/a_0 = 4{,}891$ $Z = 3$

Scacchit $MnCl_2$ $a_{rh} = 6{,}21$ $\alpha = 34°32'$ $Z = 1$[2])
hexag.: $a_0 = 3{,}68$ $c_0 = 17{,}48$ $c_0/a_0 = 4{,}750$ $Z = 3$

Gleiche Struktur besitzen $CoCl_2$, $NiCl_2$, $ZnCl_2$, $CdCl_2$ und $ZnBr_2$. Lawrencit stammt aus Meteoriten und hat Fe zum Teil durch Ni ersetzt.

[1]) A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **6**. 1927. 56; L. Pauling, Proc. Nat. Ac. **15**. 1929. 709 (Struktur, SB. **1**. 742).
[2]) A. Ferrari, A. Celeri & F. Giorgio, Rend. Acc. Lincei **9**. 1929. 782. – Vgl. L. Pauling 1929, l. c.

7.) Fluorit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch. $O_h^5 - Fm\,3m$.

Fluorit (Flußspat) CaF_2 $a_0 = 5{,}46$ $Z = 4$[1])

Yttrofluorit $(Ca,Y)F_{2-2,33}$ $a_0 = 5{,}50$ $Z = 4$[2])

Cerfluorit (Yttrocerit) $(Ca,Ce)F_{2-2,33}$ $a_0 = 5{,}47$ $Z = 4$[3])

Anhang:

Tysonit[4]) (Fluocerit) $(Ce,La)F_3$ Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P\,6_3/mmc$
$a_0 = 4{,}12$ $c_0 = 7{,}29$ $c_0/a_0 = 1{,}769$ $Z = 2$[4a])

Als **Antozonit (Stinkspat)** wurde der radioaktiv schwarzviolett verfärbte Flußspat bezeichnet, der beim Anschlagen nach freiem Fluor (Antozon) riecht.

Im Yttrofluorit und Cerfluorit können rund ein Sechstel der Ca-Ionen durch Yttrium bzw. Cerium ersetzt sein. Das zusätzliche Fluor nimmt wahrscheinlich die an sich freien Punktlagen zwischen sechs (Ca, Y) ein und verursacht dadurch nur eine relativ geringe Aufweitung des Gitters.

Reines synthetisches YF_3 kristallisiert rhombisch, $D_{2h}^5 - Pmma$, mit $a_0 = 6{,}35$, $b_0 = 6{,}85$, $c_0 = 4{,}39$, $Z = 4$[5]).

[1]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89**. A. 1914. 468 (Struktur, SB. **1**. 148).
[2]) V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. 1923. Nr. 2.
[3]) H. Strunz, Min. Tab. 1957.
[4]) Das Synonym Fluocerit für Tysonit hat an sich Priorität, ist aber irreführend.
[4a]) I. Oftedal, Z. phys. Chem. **13**. 1931. 190 (Struktur, SB. **2**. 27). – Vgl. K. Schlyter, Ark. Kemi. **5**. 1953. 73 (für synthetisches LaF_3: $a_0 = 4{,}148$, $c_0 = 7{,}354$, $c_0/a_0 = 1{,}773$).
[5]) A. Zalkin & D. H. Templeton, J. Am. Chem. Soc. **75**. 1953. 2453.

Metall : Halogen = 1 : 3

8.) Aluminiumchlorid-Molysit-Gruppe. Wohl Homöotypie.

„Aluminiumchlorid" $AlCl_3$
Monoklin-prismatisch, pseudohexag. $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 5{,}92$ $b_0 = 10{,}26$ $c_0 = 6{,}17$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}577 : 1 : 0{,}601$ $\beta = 108°39'$ $Z = 4$
(hexag.: $a_0' = 5{,}92$ $c_0' = 17{,}56$ $c_0'/a_0' = 2{,}97$)

Molysit $FeCl_3$ Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\,3$
$a_{rh} = 6{,}70$ $\alpha = 52°30'$ $Z = 2$[2])
hexag.: $a_0 = 5{,}93$ $c_0 = 17{,}29$ $c_0/a_0 = 2{,}916$ $Z = 6$

Die Existenz von natürlichem $AlCl_3$ ist unsicher.

[1]) J. A. A. Ketelaar, Z. Krist. **90**. 1935. 237 (Struktur, SB. **3**. 41); J. A. A. Ketelaar, C. H. MacGillavry & P. A. Renes, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. **66**. 1947. 501, für synthet. Kristalle (SR. **11**. 273).
[2]) N. Wooster, Z. Krist. **83**. 1932. 35, für synthet. Kristalle.

Einfache Halogenide mit H_2O

9.) Hydrohalit-Bischofit-Gruppe.

Hydrohalit $NaCl \cdot 2H_2O$ Monoklin
Synthetisch $NaBr \cdot 2H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 6{,}60$ $b_0 = 10{,}22$ $c_0 = 6{,}52$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}646 : 1 : 0{,}638$ $\beta = 112°05'$

Eriochalcit (Antofagastit) $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^7 - Pbmn$
$a_0 = 7{,}39$ $b_0 = 8{,}06$ $c_0 = 3{,}73$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}917 : 1 : 0{,}463$ $Z = 2$

Bischofit $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C\,2/m$
$a_0 = 9{,}92$ $b_0 = 7{,}16$ $c_0 = 6{,}11$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}384 : 1 : 0{,}855$ $\beta = 93°42'$ $Z = 2$

[1]) F. A. Wooster, Nature **130**. 1932. 698.
[2]) D. Harker, Z. Krist. **93**. 1936. 136 (Struktur, SB. **4**. 13). – C. H. MacGillavry & J. M. Bijvoet, Z. Krist. **94**. 1936. 231.
[3]) K. R. Andress & J. Gundermann, Z. Krist. **87**. 1934. 345, für synthet. Material (Struktur, SB. **3**. 124).

10.) Fluellit-Chloroaluminit-Gruppe.

Fluellit $AlF_3 \cdot H_2O$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{24} - Fddd$(?)
$a_0 = 8{,}54$ $b_0 = 11{,}42$ $c_0 = 21{,}18$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}748 : 1 : 1{,}855$ $Z = 28$(?)

Chloroaluminit $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^6 - R\,3c$
$a_{rh} = 7{,}87$ $\alpha = 97° \pm 20'$ $Z = 2$[2])
Hexag. Zelle: $a_0 = 11{,}82$ $c_0 = 11{,}82$
$c_0/a_0 = 1{,}000$ $Z = 6$

Cadwaladerit (Gordon 1941) $Al(OH)_2Cl \cdot 4H_2O$ ist optisch isotrop mit n = 1,573, von Cerro Pintados, Chile.

[1]) C. W. Wolfe 1945 in Dana. **2**. 1951. 124, Aufstellung hier nach Miller 1852.
[2]) K. R. Andress & C. Carpenter, Z. Krist. **87**. 1934. 446 (Struktur, SB. **3**. 127).

B.) Doppelhalogenide

1.) Ferruccit-Prosopit-Gruppe. Mit tetraedrischen Baugruppen $[RF_4]$. Es bestehen die Isotypien: Ferruccit-Anhydrit $Ca[SO_4]$ einerseits und Avogadrit–synthetisches $Cs[BF_4]$–Baryt $Ba[SO_4]$ andererseits.

Ferruccit	$Na[BF_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{17} – Ccmm $a_0 = 6,26$ $b_0 = 6,83$ $c_0 = 6,78$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0,917 : 1 : 0,993$ $Z = 4$
Avogadrit	$K[BF_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pnma $a_0 = 8,10$ $b_0 = 5,18$ $c_0 = 6,64$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1,564 : 1 : 1,282$ $Z = 4$
Synthetisch	$Cs[BF_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pnma $a_0 = 9,45$ $b_0 = 5,84$ $c_0 = 7,67$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1,618 : 1 : 1,313$ $Z = 4$
Prosopit	$Ca[Al(F,OH)_4]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 – C 2/c $a_0 = 6,70$ $b_0 = 11,13$ $c_0 = 7,33$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0,602 : 1 : 0,659$ $\beta = 95°00'$ $Z = 4$

Avogadrit enthält meist etwas Cs für K. Ob Prosopit $[AlF_4]$-Tetraeder oder eventuell gekoppelte $[AlF_6]$-Oktaeder enthält, ist nicht bekannt.

[1]) L. J. Klinkenberg, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. **56**. 1937. 36 (Struktur). – Vgl. A. Bellanca, Rend. Soc. Min. Ital. **3**. 1946. 20 (Struktur, SR. **12**. 190).
[2]) A. Bellanca & F. Sgarlata, Ric. Sci. **20**. 1950. 1648 (Struktur, SR. **13**. 342). – Vgl. B. Pesce, Gazz. chim. Ital. **60**. 1930. 936.
[3]) H. Berman & C. W. Wolfe 1941 in Dana **2**. 1951. 121. – Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

2.) Malladrit-Kryptohalit-Gruppe. Isodimorphie.

Hieratit und Kryptohalit haben Strukturen vom Typus $K_2[PtCl_6]$.*)

Malladrit	$Na_2[SiF_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^3 – P 3 m 1 $a_0 = 8,87$ $c_0 = 5,07$ $c_0/a_0 = 0,572$[1])
„Camermanit“[2])	$K_2[SiF_6]$	Hexagonal
Bararit	$(NH_4)_2[SiF_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^3 – P $\bar{3}$ m 1 $a_0 = 5,77$ $c_0 = 4,78$ $c_0/a_0 = 0,828$ $Z = 1$[3])
Hieratit	$K_2[SiF_6]$	Kubisch-hexoktaedrisch O_h^5 – Fm 3 m $a_0 = 8,19$ $Z = 4$[4])

Kryptohalit	$(NH_4)_2[SiF_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm3m$ $a_0 = 8{,}36 \quad Z = 4$[5])

*) SB. **1**. 429; SB. **3**. 121.

[1]) C. Cipriani, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 58, an synthet. Kristallen (Struktur).

[2]) M.-E. Denaeyer & D. Ledent, Bull. Soc. Franç. Min. **75**. 1952. 231. Ein Hüttenprodukt, kein Mineral.

[3]) B. Goßner & O. Kraus, Z. Krist. **88**. 1934. 223, an synthet. Kristallen (Struktur, SB. **3**. 123). – Name nach C. Frondel, Dana **2**. 1951. 106. – Vgl. synthet. $K_2[TiF_6]$: D_{3d}^3–P3m1, $a_0 = 5{,}72$, $c_0 = 4{,}66$ (J. A. Ibers & C. H. Holm, Acta Cryst. **10**. 1957. 139).

[4]) J. A. A. Ketelaar, Z. Krist. **92**. 1935. 155.

[5]) J. A. A. Ketelaar 1935, l. c.

3.) Kryolith-Elpasolit-Gruppe. Mit oktaedrischen Inseln $[AlF_6]$, wobei F offenbar z. T. durch OH oder H_2O ersetzt werden kann. Die Strukturen von Jarlit, Boldyrevit und Gearksutit sind noch unbekannt.

Kryolithionit	$Na_3Li_3[AlF_6]_2$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^{10} - Ia3d$ $a_0 = 12{,}12 \quad Z = 8$[1])
Kryolith (< 550° C)	α-$Na_3[AlF_6]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 5{,}47 \quad b_0 = 5{,}62 \quad c_0 = 7{,}82$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}973 : 1 : 1{,}391$ $\beta = 90°11' \quad Z = 2$
β-Kryolith (> 550° C)	β-$Na_3[AlF_6]$	Kubisch $a_0 = 7{,}95 \quad Z = 4$[3])
Synthetisch	$K_3[AlF_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm3m$ $a_0 = 8{,}43$[4])
Synthetisch (< – 180° C)	α-$(NH_4)_3[AlF_6]$	Monoklin
Synthetisch (> – 180° C)	β-$(NH_4)_3[AlF_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^5 - Fm3m$ $a_0 = 8{,}42 \quad Z = 4$[5])
Elpasolith	$K_2Na[AlF_6]$	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^6 - Pa3$ $a_0 = 8{,}11 \quad Z = 4$[6])
Jarlit	$NaSr_2[AlF_6] \cdot [AlF_5H_2O]$	Monoklin $a_0 = 16{,}02 \quad b_0 = 10{,}84 \quad c_0 = 7{,}25$[7]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}478 : 1 : 0{,}669$ $\beta = 101°49' \quad Z = 6$
Boldyrevit	$CaNaMg[AlF_5(F,H_2O)]_3$	Opt. isotrop
Gearksutit	$Ca[Al(F,OH)_5H_2O]$	Pseudotetragonal

Kryolithionit ist isotyp mit Granat und kann unter Hervorhebung der $[LiF_4]$-Tetraeder $Na_3Al_2[LiF_4]_3$ geschrieben werden. Vom $Na_3[AlF_6]$ und $(NH_4)_3[AlF_6]$ gibt es je 2 isotype Modifikationen, für Elpasolith konnte bisher keine monokline Modifikation festgestellt werden[3]). R. Bögvad (1951) findet für Jarlit und „Metajarlit" die Formel $NaSr_2Al_2(F,OH)_{11}$. **Paragearksutit**[8]),

$Ca_4Al_4F_8(F,OH)_{12} \cdot 3H_2O$, derbe weiße Massen mit n = 1,454, hat offenbar etwas weniger H_2O als der eigentliche Gearksutit. **Gearksit,** in kaolinartigen Aggregaten auftretend, wohl $CaAl_3(F,OH)_{11} \cdot H_2O$, gibt ein von Gearksutit und Creedit verschiedenes Pulverdiagramm[9]).

[1]) G. Menzer, Z. Krist. **75**. 1930. 265 (Struktur, SB. **1**. 363). – Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

[2]) S. v. Náray-Szabó & K. Sasvári, Z. Krist. **99**. 1938. 27 (Struktur, SB. **6**. 29). – Vgl. G. Menzer, Naturwiss. **26**. 1938. 236.

[3]) E. G. Steward & H. P. Rooksby, Acta Cryst. **6**. 1953. 49.

[4]) C. Brosset, Ark. Kem. Min. Geol. **21** A. 1946. 9.

[5]) L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **46**. 1924. 2738 (Struktur, SB. **1**. 437). – Vgl. Zitat 3).

[6]) C. Frondel, Am. Min. **33**. 1948. 84. – G. Menzer, Fortschr. Min. **17**. 1932. 61, für synthetisches Material.

[7]) R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383. – Vgl. C. Brosset, Diss. Stockholm 1942. – Mit der hier angegebenen Formel und D = 3,87 berechnet sich Z zu 5,99.

[8]) N. A. Smolyaninow & E. N. Isakow, Akad. Wiss. USSR. 1946. 145.

[9]) I. F. Grigorjew & I. Dolomanowa, Akad. Wiss. USSR. **3**. 1951. 93.

4.) Thomsenolith-Gruppe. Dimorphie. Mit oktaedrischen Inseln $[AlF_6]$ und zusätzlichem H_2O.

Thomsenolith	$NaCa[AlF_6] \cdot H_2O$	Monoklin-prismat. $C_{2h}^5 - P2_1/c$ $a_0 = 5{,}58$ $b_0 = 5{,}51$ $c_0 = 16{,}13$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}013 : 1 : 2{,}927$ $\beta = 96°27'$ $Z = 4$
Pachnolith	$NaCa[AlF_6] \cdot H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ (C_s^4?) $a_0 = 12{,}14$ $b_0 = 10{,}41$ $c_0 = 15{,}71$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}166 : 1 : 1{,}509$ $\beta = 90°20'$ $Z = 16$

[1]) R. B. Ferguson, Trans. Roy. Soc. Canada **40**. 1946. 11.

5.) Chiolith-Ralstonit-Gruppe. Mit gekoppelten $[AlF_6]$-Oktaedern, wodurch z. T. Schichtstrukturen (Chiolith), z. T. Fachwerkstrukturen (Weberit, Ralstonit) vom Pyrochlortypus entstehen.

Chiolith	$Na_5[Al_3F_{14}]$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^6 - P4/mnc$ $a_0 = 7{,}01$ $c_0 = 10{,}41$ $c_0/a_0 = 1{,}485$ $Z = 2$[1])
Weberit	$Na_2Mg[AlF_7]$	Rhombisch $D_{2h}^{28} - Ibmm$ oder $C_{2h}^{22} - Ibm2$ $a_0 = 7{,}31$ $b_0 = 7{,}06$ $c_0 = 9{,}99$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}010 : 1 : 1{,}415$ $Z = 4$
Ralstonit	$Na_x(Al_{2-x}Mg_x)(F,OH)_6 \cdot H_2O$	$x \sim 3/8$ Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd3m$ $a_0 = 9{,}89$ $Z = 8$[3])

[1]) C. Brosset, Z. anorg. Chem. **238**. 1938. 201 (Struktur, SB. **6**. 31). – Vgl. H. Clausen, Z. Krist. **95**. 1936. 394.

[2]) R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383; C. Brosset, Diss. Stockholm 1942. – A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **18**B. 1944. Nr. 10: C_{2v}^{20} – Imm, $a_0 = 7{,}06$, $b_0 = 9{,}99$, $c_0 = 7{,}31$ (Struktur ähnlich Koppit, SR. **12**. 196).

[3]) A. Pabst, Am. Min. **24**. 1939. 566 (Homöotypie mit Pyrochlor, SB. **7**. 127). – Vgl. R. B. Ferguson, Am. Min. **34**. 1949. 383.

6.) Rinneit-Reihe. Isotypie.

Rinneit	$K_3Na[FeCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^6 – R 3 c $a_{rh} = 8{,}42$ $\alpha = 92°25'$ $Z = 2$[1])
Chloromanganokalit	$K_4[MnCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^6 – R 3 c $a_{rh} = 8{,}48$ $\alpha = 89°32'$ $Z = 2$[2])
Synthetisch	$K_4[CdCl_6]$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^6 – R 3c $a_{rh} = 8{,}46$ $\alpha = 89°$ $Z = 2$[3])

[1]) Chen-Wen Cheng, Diss. Leipzig 1929. – Vgl. A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1948. 199 (Struktur, SR. **11**. 415).

[2]) A. Bellanca, Per. Min. **16**. 1947. 73; für künstliche Kristalle (Struktur, SR. **11**. 413).

[3]) A. Bellanca, Per. Min. **20**. 1951. 257; bildet Mischkristalle mit $K_4[MnCl_6]$.

7.) Mitscherlichit-Erythrosiderit-Gruppe. Es ist nicht bekannt, ob Mitscherlichit und Douglasit tetraedrische Baugruppen $[RCl_4]$ oder pseudooktaedrische Gruppen $[R(Cl, H_2O)_6]$ enthalten; Erythrosiderit enthält Oktaeder $Fe'''Cl_5H_2O$.

Mitscherlichit	$K_2[CuCl_4(H_2O)_2]$	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{14} – P 4_2/mnm $a_0 = 7{,}46$ $c_0 = 7{,}90$ $c_0/a_0 = 1{,}059$ $Z = 2$[1])
Douglasit	$K_2[Fe''Cl_4(H_2O)_2]$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 0{,}7367 : 1 : 0{,}5036$ $\beta = 104°46'$
Erythrosiderit	$K_2[Fe'''Cl_5H_2O]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pnma $a_0 = 13{,}78$ $b_0 = 9{,}94$ $c_0 = 6{,}94$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}386 : 1 : 0{,}698$ $Z = 4$
Synthetisch	$(NH_4)_2[FeCl_5H_2O]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} – Pnma $a_0 = 13{,}81$ $b_0 = 9{,}87$ $c_0 = 7{,}10$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}399 : 1 : 0{,}719$

Die strukturelle Orientierung von Mitscherlichit ist gegenüber der morphologischen um 45° um c [001] gedreht. Als **Kremersit** wird ein Erythrosiderit bezeichnet, in welchem K z. T. durch NH_4 diadoch vertreten ist.

[1]) S. B. Hendricks & R. G. Dickinson, J. Am. Chem. Soc. **48**. 1927. 2149. – Vgl. L. Chrobak, Z. Krist. **88**. 1934. 35.

[2]) A. Bellanca, Ric. Sci. Ricostruzione **17**. 1947. 1360; Per. Min. **17**. 1948. 1. Für synthetische Kristalle (Struktur, SR. **11**. 419). – Vgl. I. Lindquist, Ark. Kem. Min. Geol. **24**A. 1947. Nr. 1.

8.) Carnallit-Tachyhydrit-Gruppe.

Carnallit	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^4 – Pban $a_0 = 9{,}56$ $b_0 = 16{,}05$ $c_0 = 22{,}56$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}593 : 1 : 1{,}384$ $Z = 12$

Tachyhydrit $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$ Ditrigonal-skalenoedrisch
$c/a = 1{,}761 \quad \alpha \sim 78°$

Carnallit besitzt pseudohexagonale Symmetrie nach c [001]. **Almerait** ist angeblich $KCl \cdot NaCl \cdot MgCl_2 \cdot H_2O$.

[1]) K. R. Andreß & O. Saffe, Z. Krist. **101**. 1939. 451. – Vgl. J. Leonhardt, Kali u. verw. Salze **24**. 1930. (SB. **2**. 329). – Synthetischer „Bromcarnallit" kristallisiert tetragonal (Struktur, SB. **7**. 19).

C.) Oxyhalogenide

1.) Atakamit-Reihe. Isotypie[1]). $Cu_2(OH)_3Cl$ ist trimorph.

Kempit $Mn_2(OH)_3Cl$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}677 : 1 : 0{,}747$

Atakamit $Cu_2(OH)_3Cl$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$
$a_0 = 6{,}02 \quad b_0 = 9{,}15 \quad c_0 = 6{,}85$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}658 : 1 : 0{,}749 \quad Z = 2$

Anhang:

Paratakamit (Atelit) $Cu_2(OH)_3Cl$ Hexagonal-rhomboedrisch
$a_0 = 13{,}68 \quad c_0 = 13{,}98$[3])
$c_0/a_0 = 1{,}022 \quad c/a = 1{,}0248 \quad Z = 24$
$a_{rh} = 9{,}17 \quad \alpha = 96°28' \quad Z = 8$

Botallackit $Cu_2(OH)_3Cl$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 — P2_1/m$
$a_0 = 5{,}63 \quad b_0 = 6{,}12 \quad c_0 = 5{,}71$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}920 : 1 : 0{,}933$
$\beta = 92°45' \; Z = 2$

Melanothallit, $CuCl_2$ oder $Cu(Cl,OH)_2$, und **Hydromelanothallit,** ungefähr $Cu(Cl,OH)_2 \cdot {}^1/_2H_2O$, sind nur derb bekannt; synthet. CuOHCl ist monoklin, $C_{2h}^5 - P2_1/c$, mit $a_0 = 6{,}11$, $b_0 = 6{,}67$, $c_0 = 5{,}51$, $\beta = 115° 55'$[5]). Atelit ist mit Paratakamit identisch. Synthetisches $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2$ ist isotyp mit Atakamit[6]).

[1]) A. F. Rogers, Bull. Geol. Soc. Am. **60**. 1944 (1949).
[2]) H. Brasseur & J. Toussaint, Bull. Soc. Roy. Sci. Belg. **11**. 1942. 555; A. F. Wells, Acta Cryst. **2**. 1949. 175 (Struktur, SR. **12**. 220).
[3]) C. Frondel, Min. Mag. **29**. 1950. 34.
[4]) P. G. Embrey & A. W. G. Kingsbury, Min. Soc. Notice Nr. 94. 1956.
[5]) W. Nowacki & K. Maget, Experientia **8**. 1952. 55.
[6]) P. M. de Wolff, L. Walter-Lévy & Y. Bianco, C. R. Acad. Sci. Paris **236**. 1953. 1280.

2.) Koenenit-Buttgenbachit-Gruppe.

Koenenit $(Mg,Al)(OH,O)(OH,Cl)$
Hexagonal oder pseudohexagonal

Buttgenbachit $Cu_{19}[Cl_4 \mid (OH)_{32} \mid (NO_3)_2 + 2H_2O]$
Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$
$a_0 = 13{,}56 \quad c_0 = 9{,}15 \quad c_0/a_0 = 0{,}675 \; Z = 2$[1])

Connellit $Cu_{19}[Cl_4 \mid (OH)_{32} \mid SO_4 + 4H_2O]$
Dihexagonal-dipyramidal $D^4_{6h} - P6_3/mmc$
$a_0 = 13{,}60$ $c_0 = 9{,}09$ $c_0/a_0 = 0{,}668$ $Z = 2$[1])

Koenenit besitzt wahrscheinlich eine Schichtstruktur ähnlich Brucit (oder γ-AlOOH), in welchem (MgOH) z. T. durch (AlO) und zudem (OH) z. T. durch Cl ersetzt werden; in den natürlichen Koeneniten ist (MgOH) : (AlO) ~ 0,7 : 0,3 und (OH + O) : Cl ~ 1,4 : 0,6; synthetische Produkte mit geringerer Schichtordnung wurden von Berdesinski[2]) als „Prokoenenit" bezeichnet. **Tallingit** ist Connellit, z. T. gemengt mit Paratakamit. **Zirklerit,** ungefähr $9\,FeCl_2 \cdot 4\,AlOOH$ mit geringen Gehalten an Mn, Ca und $Fe^{\cdots}$, kristallisiert wahrscheinlich trigonal-rhomboedrisch.

[1]) F. A. Bannister, M. H. Hey & G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1950. 280. Im Original je $2-3H_2O$; hier auf Grund kristallchemischer Überlegungen 2 bzw. $4H_2O$, denn damit ist für Buttgenbachit und Connellit die Zahl der Sauerstoffe pro Zelle die gleiche. – Vgl. E. J. Weichel in Dana **2**. 1951. 572.
[2]) W. Berdesinski, N. Jb. Min. Abh. **84**. 1952. 147.

3.) Terlinguait-Eglestonit-Gruppe.

Terlinguait $2HgO \cdot Hg_2Cl_2$ Monoklin-prismatisch $C^6_{2h} - C2/c$
$a_0 = 19{,}53$ $b_0 = 5{,}92$ $c_0 = 9{,}48$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}299 : 1 : 1{,}601$
$\beta = 144°$ $Z = 4$

Eglestonit Hg_6Cl_4O Kubisch-hex'oktaedrisch $O^9_h - Im3m$ (?)
$a_0 = 8{,}04$ $Z = 2$[2])

Mosesit $[Hg_2N]Cl \cdot H_2O$ Kubisch-hex'tetraedrisch $T^2_d - F\bar{4}3m$
$a_0 = 9{,}52$ $Z = 8$[3])

Kleinit $[Hg_2N](Cl, SO_4) \cdot xH_2O$
Hexagonal $D^4_{6h} - P6_3/mmc$ (?)
$a_0 = 13{,}56$ $c_0 = 11{,}13$ $c_0/a_0 = 0{,}821$[4])

Im Terlinguait sind sowohl Zickzackketten $-Hg-O-Hg-O-$ als auch Moleküle Hg_2Cl_2 vorhanden. Mosesit besitzt die Struktur der Millonschen Base $[Hg_2N]OH \cdot 2H_2O$, nämlich Cristobalit-Struktur für $[Hg_2N]^+$, jedoch an Stelle von OH austauschfähiges Cl, SO_4, MoO_4 und CO_3[3]). Kleinit stellt wahrscheinlich ein Strukturanalogon zu Hochtridymit dar[4a]).

[1]) S. Šćavničar, Acta Cryst. **9**. 1956. 956 (Struktur). – Vgl. C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 55.
[2]) A. Hedlik, Experientia **4**. 1948. 66; Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1949. 378 (Strukturdiskussion, SR. **13**. 199.). – Vgl. C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 52.
[3]) G. Switzer, K. J. Murata, J. J. Fahey & W. F. Foshag, Am. Min. **38**. 1953. 1225.
[4]) H. Heritsch, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1949. 300 (Struktur, SR. **12**. 219). – [4a]) Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1954. Nr. 1.

4.) Boleit-Haematophanit-Gruppe. Tetragonal, z. T. pseudokubisch oder kubisch. Die Struktur ist für Diaboleit bekannt.

Cumengeit $5PbCl_2 \cdot 5Cu(OH)_2 \cdot {}^1/_2H_2O$
Tetragonal
$a_0 = 14{,}9 \quad c_0 = 24{,}17 \; (= 3 \cdot 8{,}05)$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}621 \quad Z = 8$

Pseudoboleit $5PbCl_2 \cdot 4Cu(OH)_2 \cdot 2{}^1/_2H_2O$
Tetragonal-pseudokubisch
$a_0 = 15{,}4 \quad c_0 = 31{,}2 \; (= 4 \cdot 7{,}80)$[1])
$c_0/a_0 = 2{,}026 \quad Z = 12$

Boleit $5PbCl_2 \cdot 4Cu(OH)_2 \cdot AgCl \cdot 1{}^1/_2H_2O$
Tetragonal-pseudokubisch
$a_0 = 15{,}4 \quad c_0 = 62{,}0 \; (= 8 \cdot 7{,}75)$[1])[1a])
$c_0/a_0 = 4{,}026 \quad Z = 24$

Percylith $PbCl_2 \cdot Cu(OH)_2$
Kubisch (?)

Diaboleit $2PbClOH \cdot Cu(OH)_2$
Ditetragonal-pyramidal $C_{4v}^1 - P4mm$
$a_0 = 5{,}84 \quad c_0 = 5{,}47$[2])
$c_0/a_0 = 0{,}937 \quad Z = 1$

Chloroxiphit $Pb_3O_2Cl_2 \cdot CuCl_2$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 10{,}36 \quad b_0 = 5{,}74 \quad c_0 = 6{,}53$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}805 : 1 : 1{,}138$
$\beta = 97°11' \quad Z = 2$

Haematophanit $4PbO \cdot Pb(Cl, OH)_2 \cdot 2Fe_2O_3$
Ditetragonal-dipyramidal
$D_{4h}^{17} - I4/mmm$
$a_0 = 7{,}82 \quad c_0 = 15{,}26$[4])
$c_0/a_0 = 1{,}951 \quad Z = 3$

a_0 von Haematophanit ist vergleichbar mit ${}^1/_3\, c_0$ von Cumengeit und c_0 von Haematophanit mit a_0 von Cumengeit.

Die Summe der Anionen und großen Kationen (Pb) pro Elementarzelle ist bei Haematophanit 51, bei Cumengeit $204 = 4 \cdot 51$, bei Pseudoboleit $306 = 6 \cdot 51$ und bei Boleit $612 = 12 \cdot 51$; allerdings sind infolge der in den Formeln vielleicht nicht ganz genau angegebenen Wassergehalte eventuell Schwankungen zwischen 50 und 52 möglich.

---

[1]) R. Hocart, Z. Krist. **74**. 1930. 20. – G. Friedel, Z. Krist. **73**. 1930. 147.

[1a]) B. Goßner & M. Arm, Z. Krist. **72**. 1930. 218 B. Goßner, Z. Krist **75**. 1930. 365. – T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism. Tokio 1950. 70 (Struktur, SR. **13**. 287; Formel: $26\,PbCl_2 \cdot 24\,CuO \cdot 9\,AgCl \cdot 27\,H_2O$, $Z = 4$).

[2]) C. W. Wolfe in Ch. Palache, Am. Min. **26**. 1941. 605. – A. Byström & K.-A. Wilhelmi, Ark. Kemi. **2**. 1950. 397 (Struktur, SR. **13**. 202).
[3]) H. Berman 1942 in Dana **2**. 1951. 84.
[4]) K. Johansson, Z. Krist. **68**. 1928. 87.

5.) Fiedlerit-Laurionit-Matlockit-Gruppe. Isotypie Laurionit-Cotunnit; Isotypie Matlockit-Bismoclit. Zudem besteht offenbar zwischen sämtlichen Gliedern dieser Gruppe eine enge Strukturverwandtschaft, so ist in der hier gewählten Aufstellung $c_0 = 7{,}1-7{,}4$ Å, $b_0 \sim 4{,}0$ oder $2 \cdot 4{,}0$ Å; auch für a_0 liegen Beziehungen vor, die gegenüber Matlockit-Bismoclit eine tetragonale Pseudosymmetrie (Laurionit, Cotunnit) oder eine Raumgitterverzwillingung erkennen lassen (Paralaurionit $a_0 \cdot \sin\beta = 9{,}59$, Laurionit $a_0 = 9{,}62$ Å).

Fiedlerit	$Pb_3(OH)_2Cl_4$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$ $a_0 = 16{,}62$ $b_0 = 8{,}02$ $c_0 = 7{,}20$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}073 : 1 : 0{,}877$ $\beta = 102°12'$ $Z = 4$
Paralaurionit	PbOHCl	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 10{,}79$ $b_0 = 3{,}98$ $c_0 = 7{,}19$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}711 : 1 : 1{,}807$ $\beta = 117°13'$ $Z = 4$
Laurionit	PbOHCl	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pcmn$ $a_0 = 9{,}62$ $b_0 = 4{,}03$ $c_0 = 7{,}12$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}387 : 1 : 1{,}767$ $Z = 4$
Cotunnit	$PbCl_2$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pcmn$ $a_0 = 9{,}05$ $b_0 = 4{,}53$ $c_0 = 7{,}63$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}998 : 1 : 1{,}684$ $Z = 4$
Matlockit	PbFCl	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7 - P4/nmm$ $a_0 = 4{,}10$ $b_0 = 4{,}10$ $c_0 = 7{,}22$[5]) $c_0/a_0 = 1{,}761$ $Z = 2$
Bismoclit	BiOCl	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^7 - P4/nmm$ $a_0 = 3{,}90$ $b_0 = 3{,}90$ $c_0 = 7{,}38$[6]) $c_0/a_0 = 1{,}892$ $Z = 2$

Daubréeit unterscheidet sich von Bismoclit nur durch einen gewissen Gehalt von OH an Stelle von Cl ($a_0 = 3{,}86$, $c_0 = 7{,}41$). **Pseudocotunnit** ist wahrscheinlich K_2PbCl_4 und kristallisiert rhombisch; künstliche Kristalle ergaben $a_0 = 11{,}80$, $b_0 = 5{,}77$, $c_0 = 9{,}82$, D_{2h}^{16}[7]). Synthetisch kennt man auch die Verbindung $KPbCl_3$.

[1]) C. W. Wolfe & C. Frondel 1946 in Dana **2**. 1951. 67.
[2]) C. W. Wolfe 1945 in Dana **2**. 1951. 64. – Vgl. Ch. Palache, Min. Mag. **29**. 1950. 341.

[3]) H. Strunz & Ch. Tennyson, Rend. Soc. Min. Ital. **12**. 1956. 214 (Gitterkonstanten und Isotypie). – Vgl. S. Goldsztaub, C. R. Acad. Sci. Paris **204**. 1937. 702; **208**. 1939. 1234; H. Brasseur, Bull. Soc. Roy. Sc. Liège **9**. 1940. 166. Aufstellung: Ch. Palache 1934.

[4]) H. Braekken, Z. Krist. **83**. 1932. 222. – Vgl. H. Braekken & L. Harang, Z. Krist. **68**. 1928. 123; F. D. Miles, Proc. Roy. Soc. **132**. 1931. 266.

[5]) F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 587; W. Nieuwenkamp & I. M. Bijvoet, Z. Krist. **81**. 1931. 469 (Strukturbestimmung an synthetischem Material, SB. **2**. 45).

[6]) F. A. Bannister, Min. Mag. **24**. 1935. 49 (Struktur, SB. **3**. 64). – L. G. Sillén, Svensk. Kem. Tidskr. 1941. 39 (Struktur, SR. **11**. 312).

[7]) A. Bellanca & F. Sgarlata, Rend. Soc. Min. Ital. **8**. 1952. 53.

6.) Mendipit-Nadorit-Gruppe.

Mendipit	$PbCl_2 \cdot 2PbO$	Rhombisch $a_0 = 9{,}52$ $b_0 = 11{,}89$ $c_0 = 5{,}88$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}801 : 1 : 0{,}495$ $Z = 4$
Lorettoit	$PbCl_2 \cdot 6PbO$	Vielleicht tetragonal
Penfieldit	Pb_2OHCl_3	Hexagonal $c/a = 0{,}8967$
Nadorit	$PbSbO_2Cl$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - Bmmb$ $a_0 = 5{,}60$ $b_0 = 5{,}44$ $c_0 = 12{,}22$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}029 : 1 : 2{,}246$ $Z = 4$
Synthetisch		Tetragonal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$ $a_0 = 3{,}90 = 5{,}51/\sqrt{2}$ $c_0 = 12{,}28$[2]) $c_0/a_0 = 3{,}149$ $Z = 2$
Heliophyllit	$Pb_3AsO_{<4}Cl_{<2}$	Rhombisch-dipyramidal-pseudotetragonal $a_0 \sim b_0 \sim 10{,}8$ $c_0 = 25{,}6$[2]) $c_0/a_0 = 2{,}370$ $Z = 16$
Ekdemit		Tetragonal Gitterkonstanten wohl ähnlich Heliophyllit bzw. $PbSbO_2Cl$ (tetr.)

Daviesit, ein Bleioxychlorid, rhombisch mit $a : b : c = 0{,}7940 : 1 : 0{,}4777$, ist allem Anschein nach mit Mendipit isotyp oder identisch.

In der Nadorit-Phase sind nach Sillén und Melander (1941) Pb und Sb auf 2 Punktlagen getrennt verteilt, in der tetragonalen Phase hingegen statistisch.

[1]) F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 596.

[2]) L. G. Sillén & L. Melander, Z. Krist. **103**. 1941. 420 (Struktur, SR. **11**. 311).

IV.

Klasse der Oxyde und Hydroxyde

Übersicht:

A.) Verbindungen R_2O und RO

1.) Eis-Gruppe	H_2O.
2.) Cuprit-Gruppe	Cu_2O.
3.) Bromellit-Reihe	BeO.
4.) Periklas-Reihe	MgO.
5.) Tenorit-Delafossit-Gruppe	CuO, $CuFeO_2$.
6.) Montroydit-Lithargit-Gruppe	HgO, PbO.

B.) R_3O_4- und verwandte Verbindungen

1.) Spinell-Reihe	$MgAl_2O_4$, $MgFe_2O_4$, $MgCr_2O_4$.
2.) Hausmannit-Reihe	$MnMn_2O_4$.
3.) Magnetoplumbit-Gruppe	$PbO \cdot 6Fe_2O_3$, $PbO \cdot 2Fe_2O_3$.
4.) Chrysoberyll-Swedenborgit-Gruppe	Al_2BeO_4, $NaSbBe_4O_7$.

C.) R_2O_3- und verwandte Verbindungen

1.) Claudetit-Valentinit-Gruppe	As_2O_3, Sb_2O_3.
2.) Arsenolith-Bismit-Gruppe	As_2O_3, Bi_2O_3.
3.) Bixbyit-Reihe	$(Mn, Fe)_2O_3$.
4a) Korund-Reihe	Al_2O_3;
b) Ilmenit-Reihe	$FeTiO_3$;
c) γ-Korund-Reihe	γ-Al_2O_3.
5.) Perowskit-Gruppe	$CaTiO_3$.
6a) Stibiconit-Reihe	$SbSb_2O_6OH$;
b) Pyrochlor-Reihe	$(Na, Ca)_2(Nb, Ta, Ti)_2O_6(OH, F, O)$.
7.) Trippkeit-Reihe	$CuAs_2O_4$.
8.) Melanostibian-Derbylith-Gruppe	$6(Mn,Fe)O \cdot Sb_2O_3$, $6FeO \cdot 5TiO_2 \cdot Sb_2O_5$.

D.) RO_2 und verwandte Verbindungen

1.) Quarz-Gruppe	SiO_2.
2.) Rutil-Reihe	TiO_2.

3.)	Polyrutil-Reihe	$MgSb_2O_6$.
4.)	Kryptomelan-Psilomelan-Gruppe	$K_{\leq 2}Mn_8O_{16}$, $(Ba,H_2O)_2Mn_5O_{10}$.
5.)	Selenolith-Anatas-Gruppe	SeO_2, TiO_2.
6.)	Brookit-Columbit-Gruppe	TiO_2, $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$.
7.)	Pseudobrookit-Reihe	$Fe_2^{\cdots}TiO_5$.
8a)	Euxenit-Reihe	$(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Nb, Ta, Ti)_2(O, OH)_6]$;
b)	Blomstrandin-Reihe	$(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta)_2O_6]$.
9a)	Fergusonit-Reihe	$Y(Nb, Ta)O_4$;
b)	Stibiocolumbit-Reihe	$Sb(Nb, Ta)O_4$.
10.)	Samarskit-Thoreaulith-Gruppe	$(Y, Er)_4[(Nb,Ta)_2O_7]_3$, $Sn[(Ta,Nb)_2O_7]$.
11a)	Baddeleyit	ZrO_2;
b)	Uraninit-Reihe	$(U,Th)O_2$.

E.) R_2O_5-, RO_3- und verwandte Verbindungen

Vanadinocker	V_2O_5.
Molybdit	MoO_3.
Tungstit	$WO_2(OH)_2$.
Navajoit	$V_2O_5 \cdot 3H_2O$.

F.) Hydroxyde

1.)	Hydrargillit-Lithiophorit-Gruppe	γ-$Al(OH)_3$, $(Al, Li)(OH)_2 \cdot MnO_2$.
2.)	Brucit-Reihe	$Mg(OH)_2$.
3a)	Diaspor-Reihe	α-AlOOH;
b)	Böhmit-Reihe	γ-AlOOH.
4.)	Sassolin-Quenselit-Gruppe	$B(OH)_3$, $PbO \cdot MnOOH$.
5.)	Becquerelit-Reihe	$6[UO_2 \mid (OH)_2] \cdot 4H_2O$.
6.)	Fourmarierit-Reihe	$8[UO_2 \mid (OH)_2] \cdot 2Pb(OH)_2$.
7.)	Vandenbrandeit-Curit-Gruppe	$[UO_2 \mid (OH)_2] \cdot Cu(OH)_2$, $3PbO \cdot 8UO_3 \cdot 4H_2O$.

G.) Arsenite, Selenite, Tellurite und Jodate

1.)	Arsenite	$Mn_3[AsO_3]_2$, $Pb_3MnH[AsO_3]_3$.
2.)	Selenite und Tellurite	$Cu[SeO_3] \cdot 2H_2O$, $Fe_2[TeO_3]_3 \cdot 2H_2O$...
3.)	Jodate	$Ca[JO_3]_2$, $Cu_3[JO_3]_6 \cdot 2H_2O$...

A.) Verbindungen R_2O und RO

1.) Eis-Gruppe.

Eis (I) H_2O Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4 - P6_3mc$ (?)
$a_0 = 4{,}47$ $c_0 = 7{,}33$ $c_0/a_0 = 1{,}639$ $Z = 4$[1])

Vom Eis hat G. Tammann (1910) experimentell 4 Modifikationen gefunden, von denen das bei gewöhnlicher Temperatur stabile Eis I und das instabile Eis IV geringere Dichte als Wasser besitzen, während Eis III und das weniger stabile Eis II ein höheres spezifisches Gewicht als Wasser haben[2]).

Die morphologische Symmetrie von Eis I ist dihexagonal-pyramidal[3]); die Struktur entspricht derjenigen von Hoch-Tridymit, in welcher jedes Sauerstoff-Atom analog den Si-Atomen in letzterem tetraedrisch von 4 weiteren O im Abstand von 2,76 Å umgeben ist; nach Pauling & Brockway sind die 2 Wasserstoff-Atome gegen die benachbarten Sauerstoffe unter Bildung von Wasserstoffbrückenbindungen orientiert[4]).

McFarlan hat die Modifikationen Eis II und III bei $-155°$ C hergestellt, beide sollen rhombisch kristallisieren, und zwar Eis II in der Raumgruppe $D_2^5 - C222_1$ mit $a_0 = 7{,}82$, $b_0 = 4{,}51$, $c_0 = 5{,}57$, Eis III in der Raumgruppe $D_{2h}^{26} - Ibam$, mit $a_0 = 10{,}22$, $b_0 = 5{,}88$, $c_0 = 7{,}18$[5]).

Das von H. König untersuchte kubische Eis mit Hoch-Cristobalit-Struktur, $a_0 = 6{,}37$ und $Z = 8$[6]), entspricht offenbar dem oben genannten Eis IV.

---

[1]) Raumgruppe: J. D. Bernal & R. H. Fowler, J. Chem. Phys. **1**. 1933. 515. Gitterkonstanten: E. F. Burton & W. F. Oliver, Proc. Roy. Soc. **153**. 1935. 166; Nature **135**. 1935. 505. – Vgl. D. M. Dennison, Phys. Rev. **17**. 1921. 20. – H. D. Megaw, Nature **134**. 1934. 900. – L. Vegard & W. Hillesund, Norsk. Vidensk. Akad. 1942. Nr. 8 u. a. Struktur: W. H. Bragg, Proc. Phys. Soc. **34**. 1922. 98, hinsichtlich der O-Atome; für die H-Atome vgl. Fußnote 4).

[2]) G. Tammann, Z. phys. Chem. **72**. 1910. 609.

[3]) Bernal & Fowler 1933, l. c.

[4]) L. Pauling & L. O. Brockway, J. Chem. Soc. **57**. 1935. 2680; bestätigt durch E. O. Wollan, W. L. Davidson & C. G. Shull, Phys. Rev. **75**. 1949. 1348.

[5]) R. L. McFarlan, J. Chem. Phys. **4**. 1936. 60; 253. Phys. Rev. **49**. 1936. 199; 644.

[6]) H. König, Z. Krist. **105**. 1944. 279.

2.) Cuprit-Gruppe.

Cuprit (Rotkupfererz) Cu_2O Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^4 - Pn3m$ $a_0 = 4{,}27$ $Z = 2$[1])

Cuprit besitzt nach seinen morphologischen Eigenschaften gelegentlich nur gyroedrische Symmetrie, wohl zurückzuführen auf die Mitwirkung asymmetrischer Milieufaktoren während des Kristallwachstums[1a]). **Chalkotrichit** ist nach einer Würfelkante nadelig ausgebildeter Cuprit; **„Hydrocuprit"** ist wasserhaltiges, aus gelförmigem Zustand gebildetes Cu_2O[1b]).

---

[1]) W. L. Bragg in W. H. Bragg, & W. L. Bragg, X-Rays and Crystal Structure, London 1916, p. 155 (Struktur, SB. **1**. 153).

[1a]) W. Kleber, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, **5**. 1955/56. 1.

[1b]) G. Switzer, Am. Min. **42**. 1957. 115.

3.) Bromellit-Reihe. Dihexagonal-pyramidal. $C_{6v}^4 - P6_3mc$. Struktur: Wurtzittypus. Isotypie.

Bromellit BeO $a_0 = 2{,}69$ $c_0 = 4{,}37$ $c_0/a_0 = 1{,}625$ $Z = 2$[1])

Zinkit (Rotzinkerz) ZnO $a_0 = 3{,}25$ $c_0 = 5{,}19$ $c_0/a_0 = 1{,}597$ $Z = 2$[2])

Im Zinkit wird Zn teilweise durch Mn diadoch vertreten. Nach elektronen-

optischen Untersuchungen ist für ZnO im status nascendi wohl die Existenz einer kubischen Modifikation mit Zinkblendestruktur erwiesen[3]).

[1]) G. Aminoff, Z. Krist. **62**. 1925. 113; **63**. 1926. 175. (Struktur, SB. **1**. 78, 115). – Weitere Arbeiten siehe Strukturberichte.
[2]) W. L. Bragg, Phil. Mag. **39**. 1920. 647 (Struktur, SB. **1**. 78, 119). – T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **9**. 1927. 317 (Gitterkonstanten).
[3]) H. Strunz & R. Meldau, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **2**. 1949/51. 216.

4.) Periklas-Reihe.

Kubisch-hex'oktaedrisch. O_h^5 — Fm3m. Struktur: Steinsalztypus (A. W. Hull 1919). Isotypie.

Periklas	MgO	$a_0 = 4{,}21$	$Z = 4$[1])
„Wüstit" (Synthetisch)	FeO	$a_0 = 4{,}29$	$Z = 4$[1])
Bunsenit	NiO	$a_0 = 4{,}18$	$Z = 4$[1])
Manganosit	MnO	$a_0 = 4{,}44$	$Z = 4$[1])
Monteponit (?)	CdO	$a_0 = 4{,}71$	$Z = 4$[1])
Calciumoxyd	CaO	$a_0 = 4{,}81$	$Z = 4$[1])

Anhang:

Murdochit	$PbCu_6O_8$	$a_0 = 9{,}21$	$Z = 4$[2])

FeO als Naturprodukt (Jozit) ist bisher nicht mit Sicherheit bekannt. Murdochit hat eine Steinsalz-Überstruktur mit verdoppelter Gitterkonstante[2a]).

[1]) Es liegen zahlreiche Originalarbeiten vor, siehe Strukturberichte.
[2]) J. J. Fahey, Am. Min. **40**. 1955. 905. – [2a]) G. L. Christ & J. R. Clark, Am. Min. **40**. 1955. 907 (Struktur).

5.) Tenorit-Delafossit-Gruppe.

Tenorit (Melakonit)	CuO	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — C2/c $a_0 = 4{,}66$ $b_0 = 3{,}42$ $c_0 = 5{,}12$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}363 : 1 : 1{,}497$ $\beta = 99°29'$ $Z = 4$
Paratenorit (Paramelakonit)	CuO	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{19} — $I4_1/amd$ $a_0 = 5{,}84$ $c_0 = 9{,}90$ $c_0/a_0 = 1{,}695$ $Z = 16$[2])
Delafossit	$CuFeO_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^5 — R 3m $a_{rh} = 5{,}97$ $\alpha = 29°26'$ $Z = 1$ hexagonal $a_0 = 3{,}03$ $c_0 = 17{,}13$ $c_0/a_0 = 5{,}654$[3]) (morphologisch: $\alpha = 70°20'$ c/a = 1,94)

Paratenorit, von Groth und Mieleitner (1921) als wahrscheinlich tetragonale Modifikation von CuO (mit c/a = 1,6534) angeführt, ist nach Frondel

(1941) durch ein gewisses O-Manko gegenüber dem idealen Verhältnis Cu : O = 1 : 1 ausgezeichnet und zerfällt beim Erhitzen in Tenorit und Cuprit.

[1]) G. Tunell, C. J. Ksanda & E. Posnjak, Z. Krist. **90**. 1935. 120 (Struktur, SB. **3**. 11).
[2]) C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 657.
[3]) W. Soller & A. J. Thompson, Am. Phys. Soc. Bull. **10**. 1935. 17, für künstl. Kristalle.

6.) Montroydit-Lithargit-Gruppe.

Montroydit	HgO	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13} — Pnmm (?) $a_0 = 5{,}51$ $b_0 = 3{,}52$ $c_0 = 3{,}31$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}565 : 1 : 0{,}940$ $Z = 2$
Lithargit (rot)	α-PbO	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{7} — $P4_2/nmm$ $a_0 = 3{,}96$ $c_0 = 5{,}00$ $c_0/a_0 = 1{,}263$ $Z = 2$[2])
Massicot (Bleiglätte, gelb, > 489° C)	β-PbO	Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{5} — Pca2 $a_0 = 5{,}48$ $b_0 = 5{,}88$ $c_0 = 4{,}74$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}932 : 1 : 0{,}806$ $Z = 4$

Vom Lithargit existiert bei Zimmertemperatur eine rhombisch deformierte Strukturvariante α'. Erdiges PdO, sog. **Palladit**, ist angeblich auf Porpezit beobachtet worden[4]).

[1]) W. Zachariasen, Z. phys. Chem. **128**. 1927. 421, für künstliche Kristalle.
[2]) J. W. Moore & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **63**. 1941. 1392 (Struktur, SR. **11**. 237). – A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **20** A. 1945. Nr. 11 (Struktur, SR. **11**. 237).
[3]) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **17** B. 1943. Nr. 8 (Struktur, SR. **11**. 238). – Vgl. F. Halla & F. Pawlek, Z. phys. Chem. **128**. 1927. 49. – J. A. Darbyshire, J. Chem. Soc. London 1932. 211.
[4]) W. J. Moore & L. Pauling, J. Am. Chem. Soc. **63**. 1941. 1392 (Struktur von synthet. PdO, SR. **8**. 124).

B.) R_3O_4- und verwandte Verbindungen

1.) Spinell-Reihe. Kubisch-hexoktaedrisch. O_h^7 — Fd3m. $Z = 8$[1]); von den Kationen sind pro Zelle — entsprechend den beiden Formeltypen $A^{[4]}B^{[6]}{}_2O_4$ und $B^{[4]}A^{[6]}B^{[6]}O_4$[1a]) acht tetraedrisch von vier O und sechzehn oktaedrisch von sechs O umgeben. Zu $A^{[4]}B^{[6]}{}_2O_4$ gehören z. B.: $FeAl_2O_4$, $MnAl_2O_4$, $ZnAl_2O_4$, $NiAl_2O_4$; $CoAl_2O_4$; zu $B^{[4]}A^{[6]}B^{[6]}O_4$ (inverse Spinelle): $Fe'''MgFe'''O_4$, $GaMgGaO_4$, $InMgInO_4$, $MgTiMgO_4$ u. a. — Isotypie und weitgehende Mischbarkeit.

a) Aluminatspinelle

Spinell (Magnesiospinell)	$MgAl_2O_4$	$a_0 = 8{,}102$[2])
Hercynit (Ferrospinell)	$FeAl_2O_4$	8,135[2])
Galaxit (Manganspinell)	$MnAl_2O_4$	8,287[2])
Gahnit (Zinkspinell)	$ZnAl_2O_4$	8,078[2])
Synthet. („Nickelspinell")	$NiAl_2O_4$	8,06[3])

b) Ferritspinelle

Magnesioferrit	$MgFe_2O_4$	$a_0 = 8{,}383$[2])
Magnetit (Magneteisenerz)	Fe_3O_4	8,391[2])
Jakobsit	$MnFe_2O_4$	8,474[2])
Franklinit	$ZnFe_2O_4$	8,420[2])
Trevorit	$NiFe_2O_4$	8,43[3])

c) Chromitspinelle

Magnesiochromit	$MgCr_2O_4$	8,321[2])
Picotit	$(Fe, Mg)(Al, Cr, Fe)_2O_4$	—
Chromohercynit	$Fe(Al, Cr)_2O_4$	—
Chromit (Chromeisenerz)	$FeCr_2O_4$	8,361[2])
Synthet.	$MnCr_2O_4$	8,51[4])
Synthet.	$ZnCr_2O_4$	8,34[4])
Synthet.	$NiCr_2O_4$	8,33[4])

d) Vanadium- und Titanspinelle

Synthet.	$Fe^{\cdot\cdot}V_2^{\cdot\cdot\cdot}O_4$	8,49[4a])
Ulvit	$Fe_2^{\cdot\cdot}Ti^{\cdot\cdot\cdot\cdot}O_4$	8,53[4b])

Reines $MgAl_2O_4$ ist farblos; durch geringfügige $Cr^{\cdot\cdot\cdot}$- und $Fe^{\cdot\cdot}$-Gehalte ist der in der Natur vorkommende Spinell im allgemeinen rot, durch Ferrogehalt blau, durch Ferri- und Cu-Gehalte grün (Chlorospinell); als Pleonast werden dunkle ferrohaltige Spinelle bezeichnet.

Die Spinelle besitzen häufig einen Al_2O_3- und gelegentlich einen O-Überschuß, die beide durch Leerstellen im Metallatomgitter bedingt sind. **Vanadomagnetit (Coulsonit)** enthält bis 5 Gew.-% Vanadiumoxyd. Ulvit, Ulvöspinell[5]) ist in neuerer Zeit sowohl in selbständigen kleinen Kristallen als auch als feinstes Entmischungsprodukt in vielen „Titanomagnetiten" beobachtet worden, wobei Titanomagnetit als Mischkristall (bzw. Entmischungsprodukt) Ulvit-Magnetit aufzufassen ist. **Limait** ist eine zinnhaltige Varietät von Gahnit mit Zn : Sn = 3 : 1[6]); die Pulveraufnahmen deuten auf eine Überzelle mit $a_0 = 4 \times 8{,}07$ hin[6a]). Synthetisches $LiAl_5O_8$ (Kordes 1935) und $Li_4Ti_7O_{18}$ (Bertaut und Durif 1953) besitzen ebenfalls Spinellstruktur; manche natürlichen Alkalispinelle besitzen (Na, K)$_2$O-Gehalte bis zu 3,6 Gew.-% (Eckermann 1922).

Magnetit wird bei — 178° C rhombisch, $a_0 = 5{,}91$, $b_0 = 5{,}945$, $c_0 = 8{,}39$[7]).

Synthetisches $CuFe_2O_4$ besitzt gering tetragonal deformierte Spinellstruktur mit $a_0 = 8{,}31$, $c_0/a_0 = 1{,}03$.[8])

---

[1]) W. H. Bragg, Phil. Mag. **30**. 1915. 305 (Struktur, SB. **1**. 350). — S. Nishikawa, Proc. Tokyo Math.-Phys. Soc. **8**. 1915. 199 (Struktur). — [1a]) Vgl. T. F. W. Barth & E. Posnjak, J. Wash. Acad. Sci. **21**. 1931. 225; Z. Krist. **82**. 1932 325.

[2]) G. L. Clark, A. Ally & A. E. Badger, Am. J. Sci. **22** 1931. 539 (für reine synthetische Kristalle).

[3]) S. Holgersson, Lunds Univ. Årskrift **23**. 1927. Nr. 9.
[4]) J. Krause, Ber. D. Keram. Ges. **15**. 1934. 101. – [4a]) C. H. Mathewson, E. Spire & C. H. Samans, Trans. Am. Soc. Steel Treat. **20**. 1932. 267. – Vgl. W. Rüdorff & B. Reuter, Z. anorg. Chem. **253**. 1947. 177, 194 (synthet. Mg_2VO_4, MgV_2O_4, ZnV_2O_4). – [4b]) E. Pouillard, Thèse de Lille, 1949. 32. – R. Chevallier, J. Bolva & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.
[5]) F. Mogensen, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 578. – P. Ramdohr, Econom. Geol. **48**. 1953. 677.
[6]) J. H. Cotelo Neiva, Mem. Notic. Min. Geol. Univ. Coimbra 1954. Nr. 36.
[6a]) J. H. Cotelo Neiva, A. Rimsky & A. Sandréa, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 97.
[7]) S. C. Abrahams & B. A. Calboun, Acta Cryst. **6**. 1953. 105.
[8]) E. Prince & R. G. Treuting, Acta Cryst. **9**. 1956. 1025.
Zahlreiche weitere Originalarbeiten siehe Strukturberichte, insbesondere SR. **11**. 497.

2.) Hausmannit-Reihe.

Hausmannit $MnMn_2O_4$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
$a_0 = 5{,}76$ $[110]_0 = 8{,}14$ $c_0 = 9{,}44$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}639$ $Z = 4$

α-Vredenburgit $(Mn, Fe)_3O_4$ Tetragonal
$a_0 = 5{,}78$ $[110]_0 = 8{,}17$ $c_0 = 9{,}35$[2])
$c_0/a_0 = 1{,}618$ $Z = 4$

Hetaerolith $ZnMn_2O_4$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
$a_0 = 5{,}75$ $c_0 = 9{,}17$ $c_0/a_0 = 1{,}595$ $Z = 4$[3])

Hausmannit und Hetaerolith sind gittermäßig eng mit Spinell verwandt (Aminoff 1926); sie bilden mit Fe_3O_4 (Magnetit), $MnFe_2O_4$ (Jakobsit) und $ZnFe_2O_4$ (Franklinit) bei Temperaturen über 1000° C eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen[2a]), von denen die Fe-reichen kubisch, die Mn-reichen tetragonal kristallisieren; bei Abkühlung erfolgt Entmischung in eine Spinellphase und eine tetragonale Phase vom Hausmannit-Typus. Die in der Natur auftretenden Entmischungsprodukte werden als **„Vredenburgite"** bezeichnet; sie stellen vorzugsweise orientierte Verwachsungen von Jakobsit und Hausmannit dar, **Zinkvredenburgit** von Franklin ist eine orientierte Verwachsung von Franklinit und Hetaerolith[2]).

Der homogene α-Vredenburgit von Långban ist metastabil und sekundär als Pseudomorphose nach Bixbyit entstanden[2a]).

Hydro-Hausmannit[4]), $(Mn^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_4$, $a_0 = 5{,}79$, $c_0 = 9{,}49$ und **Hydro-Hetaerolith,** $Zn(Mn, H_3)_2O_4$, $a_0 = 5{,}72$, $c_0 = 9{,}06$[3]), $I4_1/amd$[3a]) sind Varietäten von Hausmannit bzw. Hetaerolith.

Anhang:

Crednerit $Cu_2Mn_2O_5$ Monoklin C2/m, C2, Cm (?)
$a_0 = 5{,}58$ $b_0 = 2{,}88$ $c_0 = 5{,}88$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}937 : 1 : 2{,}042$
$\beta = 104°00'$

Mennige (Minium) Pb_3O_4 Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$
$a_0 = 8{,}80$ $c_0 = 6{,}56$ $c_0/a_0 = 0{,}734$ $Z = 4$[6])

[1]) G. Aminoff, Z. Krist. **64**. 1926. 475.
[2]) B. Mason, Geol. Fören. Förh. **68**. 1946. 51, hier um 45° gedreht. – [2a]) B. Mason, Am. Min. **32**. 1947. 426.
[3]) C. Frondel & E. W. Heinrich, Am. Min. **27**. 1942. 48. – [3a]) A. D. Wadsley, Am. Min. **40**. 1955. 349 (Strukturdiskussion). – J. McAndrew, Am. Min. **41**. 1956. 268: $a_0 = 5{,}73$, $c_0 = 9{,}00$.
[4]) C. Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 761.
[5]) J. McAndrew, Am. Min. **41**. 1956. 276.
[6]) A. Byström & A. Westgren, Ark. Kemi, Min. Geol. **16 B**. 1943. Nr. 14 (Struktur, SR. **9**. 174; **11**. 239). – Nach S. T. Gross, J. Am. Chem. Soc. **65**. 1943. 1107, D_{2d}^7 – P4b2. – Vgl. auch M. Straumanis, Z. phys. Chem. **52B**. 1942. 127; A. Byström, Ark. Kemi, Min. Geol. **20A**. 1945. Nr. 11; **25A**. 1947. Nr. 13.

3.) Magnetoplumbit-Gruppe.

Magnetoplumbit $PbO \cdot 6Fe_2O_3$ Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc(?)$
$a_0 = 5{,}89$ $c_0 = 23{,}07$ $c_0/a_0 = 3{,}917$ $Z = 2$[1])

Plumboferrit $PbO \cdot 2Fe_2O_3$ Trigonal-trapezoedrisch $D_3^1 - P312$
$a_0 = 11{,}88$ $c_0 = 47{,}23$ $c_0/a_0 = 3{,}976$ $Z = 42$[2])

Plumboferrit hat ziemlich genau doppelt so große Gitterkonstanten wie Magnetoplumbit, so daß sicherlich zwischen beiden enge strukturelle Beziehungen bestehen werden. Isotyp mit Magnetoplumbit sind die synthetischen Verbindungen $SrO \cdot 6Fe_2O_3$, $BaO \cdot 6Fe_2O_3$, $CaO \cdot 6Al_2O_3$, $SrO \cdot 6Al_2O_3$ und $BaO \cdot 6Al_2O_3$[1a]); ferner **Hibonit** (Ca, Y...) $(Al, Ti, Si, Mg)_{12}O_{19}$[3]).

[1]) V. Adelsköld, Ark. Kemi, Min. Geol. **12A**. 1938. Nr. 29 (Struktur, SB. **6**. 74). – [1a]) L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 512.
[2]) K. Johansson, Z. Krist. **68**. 1928. 87. – Vgl. B. Mason, Am. Min. **32**. 1947. 326.
[3]) H. Curien, C. Guillemin, J. Orcel & M. Sternberg, C. R. Acad. Sci. Paris **242**. 1956. 2845.

4.) Chrysoberyll-Swedenborgit-Gruppe.

Chrysoberyll (Alexandrit) Al_2BeO_4 Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
$a_0 = 5{,}48$ $b_0 = 4{,}43$ $c_0 = 9{,}41$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}237 : 1 : 2{,}124$ $Z = 4$

Taaffeit Al_4MgBeO_8 Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_322$
$a_0 = 5{,}72$ $c_0 = 18{,}38$ $[10\bar{1}0]_0 = 9{,}91$[2])
$c_0/a_0 = 3{,}21$ $Z = 4$

Swedenborgit $NaSbBe_4O_7$ Dihexagonal-pyramidal $C_{6v}^4 - P6_3mc$
$a_0 = 5{,}43$ $c_0 = 8{,}82$ $[10\bar{1}0]_0 = 9{,}41$[3])
$c_0/a_0 = 1{,}624$ $Z = 2$

Die Aufstellung von Chrysoberyll wurde entsprechend derjenigen von Olivin gewählt; pseudohexagonale Achse ist b [010], Zwillingsebene (103). Es besteht offenbar die Beziehung: $a_0/b_0/c_0$ Chrysoberyll $\sim a_0/{}^1/_4 c_0/[1010]_0$ Taaffeit $\sim a_0/{}^1/_2 c_0/[1010]_0$ Swedenborgit; man vergleiche auch Sinhalit $MgAlBO_4$.

[1]) W. L. Bragg & G. B. Brown, Z. Krist. **63**. 1926. 122 (Struktur, SB. **1**. 415).
[2]) B. W. Anderson, C. J. Payne & G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1951. 765.
[3]) G. Aminoff, Kungl. Svensk. Vetensk. Handl. **11**. 1933. Nr. 4 (Struktur, SB. **3**. 69). – L. Pauling, H. P. Klug & A. N. Winchell, Am. Min. **20**. 1935. 492.

C.) R_2O_3- und verwandte Verbindungen

1.) Claudetit-Valentinit-Gruppe.

Claudetit	As_2O_3	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
		$a_0 = 5{,}26$ $b_0 = 12{,}90$ $c_0 = 4{,}55$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}408 : 1 : 0{,}353$ $\beta = 93°49'$ $Z = 4$
Synthetisch („Claudetit II")	As_2O_3	Monoklin $C_2^2 - P2_1$ oder $C_s^2 - Pn$
		$a_0 = 7{,}99$ $b_0 = 4{,}57$ $c_0 = 9{,}11$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}748 : 1 : 1{,}993$ $\beta = 101°41'$ $Z = 4$
Valentinit (Antimonblüte)	Sb_2O_3	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{10} - Pccn$
		$a_0 = 4{,}93$ $b_0 = 12{,}48$ $c_0 = 5{,}43$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}395 : 1 : 0{,}435$ $Z = 4$

Als Kunstprodukt kann As_2O_3 auch in glasartigem Zustand erhalten werden[4]).

[1]) M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942. 216. – A. J. Frueh Jr., Bull. Geol. Soc. Am. **61**. 1950. 1463 (Struktur, SR. **13**. 226). K. A. Becker, K. Plieth & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **266**. 1951. 293.
[2]) K. A. Becker, K. Plieth & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **275**. 1954. 297 (Struktur).
[3]) M. J. Buerger, Am. Min. **21**. 1936. 206 (Struktur, SB. **4**. 20). – M. J. Buerger & S. B. Hendricks, Z. Krist. **98**. 1937. 1.
[4]) Vgl. H. Bötticher, K. Plieth, E. Reuber-Kürbs & I. N. Stranski, Z. anorg. Chem. **266**. 1951. 302.

2.) Arsenolith-Bismit-Gruppe.

Die Struktur von Arsenolith entsteht aus dem Fluorittypus durch Ausfall eines Teiles der Anionen.

Arsenolith	As_2O_3	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd3m$
		$a_0 = 11{,}08$ $Z = 16$[1])
Senarmontit	Sb_2O_3	Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd3m$
		$a_0 = 11{,}16$ $Z = 16$[2])
Bismit	α-Bi_2O_3	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
		$a_0 = 5{,}84$ $b_0 = 8{,}16$ $c_0 = 7{,}49$ $\beta = 112°56'$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}716 : 1 : 0{,}918$ $Z = 4$
Synthetisch	β-Bi_2O_3	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^7 - P4b2$
		$a_0 = 10{,}95$ $c_0 = 5{,}63$ $c_0/a_0 = 0{,}514$ $Z = 8$[3])

Sillénit	(γ)-Bi_2O_3	Kubisch-innenzentriert (vielleicht Klasse T_d) $a_0 = 10{,}10$ $Z = 12$[3])
Synthetisch	δ-Bi_2O_3	Kubisch $O_h^4 - Pn3m$ $a_0 = 5{,}26$[3])
Russellit	$(Bi_2, W)O_3$	Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{12} - I42d$ $a_0 = 5{,}43$ $c_0 = 11{,}3$ $c_0/a_0 = 2{,}081$ $Z = 4$[4])

Am synthetischen Bi_2O_3 beobachtete man vier verschiedene Modifikationen: 1. Eine bei gewöhnlicher Temperatur stabile monokline α-Form, 2. eine tetragonale β-Form, 3. eine raumzentriert-kubische und 4. eine einfach-kubische Form. Bismite von 15 Lokalitäten haben sich als Bi-Carbonate erwiesen; als α-Bi_2O_3 war bisher lediglich ein graugrünes Umwandlungsprodukt von Wismut von Colavi (Bolivien) erkennbar; γ-Bi_2O_3 wurde auf Stufen von Durango (Mexiko) identifiziert und als Sillénit bezeichnet (Frondel 1943). Russellit, nach Bannister und Hey (1937) ein Mischkristall von Bi_2O_3 und WO_3, muß eine dem β-Bi_2O_3 verwandte Struktur besitzen (man vergleiche die Gitterkonstanten!). Das von Hüttig, Tsuji und Steiner (1931) synthetisch erhaltene $Bi_2O_3 \cdot 3H_2O$ tritt möglicherweise auch als Mineral auf. Sillén und Lundborg (1943) fanden im System Bi_2O_3–WO_3 vier verschiedene Mischungsphasen, die sich alle von einem flächenzentrierten kubischen Gitter mit $a_0 \sim 5{,}5$ Å ableiten lassen.

---

[1]) R. M. Bozorth, J. Am. Chem. Soc. **45**. 1923. 1621, für künstliche Kristalle (Struktur, SB. **1**. 245). – F. Lihl, Z. Krist. **81**. 1931. 142. – Vgl. K. E. Almin & A. Westgren, Ark. Kemi **15B**. 1942. 1 (Struktur, SR. **9**. 164).

[2]) R. M. Bozorth 1923, l. c. (Struktur, SB. **1**. 245); U. Dehlinger, Z. Krist. **66**. 1927. 41. – Vgl. Almin & Westgren 1942, l. c.

[3]) L. G. Sillén, Ark. Kemi **12**. 1937. Nr. 18 (Struktur, SB. **5**. 9); Z. Krist. **103**. 1941. 274; für synthetisches Material, vgl. auch B. Aurivillius & L. G. Sillén, Nature **155**. 1945. 305. – W. C. Schumb & E. S. Rittner, J. Am. Chem. Soc. **65**. 1943. 1055.

[4]) M. H. Hey, F. A. Bannister & A. Russell, Min. Mag. **25**. 1938. 41.

3.) Bixbyit-Reihe.

Die Struktur dieser Verbindungen entsteht ebenfalls aus dem Fluorittypus durch Ausfall eines Teiles der Anionen; die Symmetrie ist nicht streng kubisch.

Partridgeit	Mn_2O_3	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^7 - Ia3$ $a_0 = 9{,}43$ $Z = 16$[1])
Bixbyit **(Sitaparit)**	$(Mn, Fe)_2O_3$	Kubisch-disdodekaedrisch $T_h^7 - Ia3$ $a_0 = 9{,}39$ $Z = 16$[2])

Diese Mineralien sind optisch schwach anisotrop; zudem zeigt Bixbyit (ebenso wie Sitaparit) im Anschliff einen fein lamellaren Aufbau in polysynthetischer Verzwillingung nach (100)[2a]). Der Fe_2O_3-Gehalt kann offenbar bis auf ca. 60%

ansteigen; als Partridgeit sollen Mischkristalle mit höchstens 10% Fe_2O_3 bezeichnet werden[1a]).

[1]) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **67**. 1928. 455 (für synthet. Material, Struktur SB. **2**. 38, Ref. SB. **1**. 786). – [1a]) J. E. de Villiers, Am. Min. **28**. 1943. 336 u. 468.
[2]) L. Pauling & M. P. Shappell, Z. Krist. **75**. 1930. 128 (Struktur, SB. **2**. 39). – Vgl. H. Dachs, Z. Krist. **107**. 1956. 370 (Präzisionsbestimmung der Struktur). — [2a]) B. Mason, Geol. Fören. Förh. **64**. 1942. 117. – Zur Nomenklatur: M. Fleischer, Am. Min. **28**. 1943. 469.

4.) Korund-Ilmenit-Gruppe.

Korund und Ilmenit unterscheiden sich entsprechend Kalkspat-Dolomit bei ganz analoger Kristallstruktur lediglich durch das Vorhandensein bzw. Fehlen von Gleitspiegelebenen c.

a) Korund-Reihe. Isotypie. Hexagonal-dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe[1]).

Korund	Al_2O_3	Ditrigonal-skalenoedrisch $D^6_{3d} - R\bar{3}c$ $a_{rh} = 6{,}99$ $\alpha = 85°43'$ $Z = 8$ (flächenzentriert) *) $a'_{rh} = 5{,}14$ $\alpha' = 55°16'$ $Z = 2$ **) Hexagonale Zelle: $a_0 = 4{,}77$ $c_0 = 13{,}04$ $c_0/a_0 = 2{,}734$ $Z = 6$ $c/a = 1{,}363$
Haematit	Fe_2O_3	Ditrigonal-skalenoedrisch $D^6_{3d} - R\bar{3}c$ $a_{rh} = 7{,}40$ $\alpha = 85°42'$ $Z = 8$ (flächenzentriert) $a'_{rh} = 5{,}43 = \alpha'$ $55°14'$ $Z = 2$ Hexagonale Zelle: $a_0 = 5{,}04$ $c_0 = 13{,}77$ $c_0/a_0 = 2{,}732$ $Z = 6$ $c/a = 1{,}366$
Synthetisch	Ti_2O_3	Ditrigonal-skalenoedrisch $D^6_{3d} - R\bar{3}c$ $a'_{rh} = 5{,}43$ $\alpha' = 56°50'$
Synthetisch	Cr_2O_3	Ditrigonal-skalenoedrisch $D^6_{3d} - R\bar{3}c$ $a'_{rh} = 5{,}34$ $\alpha' = 55°09'$

b) Ilmenit-Reihe. Isotypie. Hexagonal dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe[2]).

Geikielith	$MgTiO_3$	Trigonal-rhomboedrisch $C^2_{3i} - R\bar{3}$ $a'_{rh} = 5{,}55$ $\alpha' = 54°39'$ $Z = 2$ $c/a = 1{,}370$ $a_0 = 5{,}10$ $c_0 = 14{,}12$ $c_0/a_0 = 2{,}769$
Ilmenit	$FeTiO_3$	Trigonal-rhomboedrisch $C^2_{3i} - R\bar{3}$ $a'_{rh} = 5{,}53$ $\alpha' = 54°49'$ $Z = 2$ $c/a = 1{,}385$ $a_0 = 5{,}09$ $c_0 = 14{,}07$ $c_0/a_0 = 2{,}764$

*) Dem Einheitsrhomboeder in morphologischer Orientierung entsprechende Zelle.
**) Morphologisch dem Rhomboeder (4041) entsprechende wahre Elementarzelle.

Pyrophanit $MnTiO_3$ Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\,3$
$a'_{rh} = 5{,}63$ $\alpha' = 54°16'$ $Z = 2$ $c/a = 1{,}369$
$a_0 = 5{,}14$ $c_0 = 14{,}36$ $c_0/a_0 = 2{,}794$

c) γ-Korund-Reihe. Kubisch dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe.

Synthetisch γ-Al_2O_3 Kubisch, spinellähnliche Struktur
$a_0 = 7{,}92$[3])

Maghaemit γ-Fe_2O_3 Kubisch, spinellähnliche Struktur. $T^4 - P\,2_13(?)$
$a_0 = 8{,}32$[4])

Sapphir und **Rubin** sind blaue bzw. rote Varietäten von Korund mit mehr oder weniger guter Edelsteinqualität.

Als **Eisenglanz** und **Specularit** bezeichnet man gut kristallisierten Haematit, als **„Eisenglimmer"** dünnblättrige Aggregate, als **Roteisenerz, roten Glaskopf, Blutstein** und **Rötel** das wasserfreie, derbe und erdige Eisenoxyd. Feinfaseriger Blutstein von Schneeberg in Sachsen und roter Glaskopf von Herdorf ergaben in der Faserrichtung die Identitätsperiode 8,80 Å; es ist dies [1010] in hexagonaler Aufstellung. Roter Glaskopf von Schneeberg in Sachsen ergab längs der Faserachse 5,09 Å = a-Richtung in hexagonaler Aufstellung.

Zwischen Haematit und Ilmenit herrscht begrenzte Mischkristallbildung: Haematit — **Titanohaematit** — Mischungslücke — **Ferriilmenit** — Ilmenit; im Titanohaematit kann Fe_2O_3 bis zu $^1/_3$ durch $FeTiO_3$, im Ferriilmenit $FeTiO_3$ bis zu $^1/_3$ durch Fe_2O_3 vertreten sein[5]). **Pikroilmenit** enthält bis 16% MgO, **Manganilmenit** 14% MnO. **Senait** ist ein Pyrophanit mit Fe und Pb. **Högbomit,** nach Ramdohr wohl $(Al_2,Fe_2,(MgTi))O_3$, kristallisiert gleichfalls rhomboedrisch ($\alpha = 80°06'$). „Högbomit" von Frain, Mähren, tetragonal mit $a_0 = 8{,}34$, $c_0 = 7{,}96$[6]), ist ähnlich Pleonast. **Magnetoilmenite** sind nach Ramdohr hexagonale Mischkristalle von Ilmenit mit wenig „Magnetit".

Crichtonit ist kein Ilmenit mit Ti_2O_3-Überschuß, sondern besitzt $a_0 \sim 37$, $c_0 \sim 21$ Å, Zellinhalt: $9[Fe^{\cdot\cdot}_{15}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{14}Ti_{64}O_{164}]$[7]). **Davidit** ist ein Uran-haltiger metamikter Ilmenit mit U_3O_8 bis ca. 10%, $c/a = 1{,}37$ (für eine Varietät von Mozambique)[8]); vielleicht damit identisch ist **Ferutit**, hexagonal, $a_0 = 6{,}89$, $c_0 = 16{,}89$, $c_0/a_0 = 2{,}45$[9]).

Martite sind Pseudomorphosen von Haematit nach Magnetit; eine Teilpseudomorphose dürfte **Ferrotin** sein[10]). **Maghaemit** ist magnetisches, durch Oxydation von Magnetit entstandenes γ-Fe_2O_3.

Durch Erhitzen eines Einkristalles von Hydrargillit erhielt Tertian[11]) eine hexagonale Strukturvariante von γ-Korund, in welcher die Sauerstoffe wie im γ-Korund eine kubisch dichteste Kugelpackung bilden und Al die gleichen Atomlagen wie im Korund einnimmt: γ'-Korund, $a_0 = 8{,}40$, $c_0 = 13{,}65$, $Z = 18$. Mit ihm ist **Nigerit** vergleichbar: $(Al, Fe)_{12}(Sn, Zn, Mg, Fe)_3H_2O_{24}$, ditrigonal-skalenoedrisch, D^3_{3d}—P3m1 oder D^1_{3d}—P31m, $a_0 = 5{,}72$, $c_0 = 13{,}86$[12]). a_0 von Nigerit ist

$2/3\,a_0$ von γ'-Korund, der O-Inhalt der Elementarzelle verhält sich entsprechend wie 4 : 9.

---

[1]) W. H. Bragg, J. Chem. Soc. **121**. 1922. 2766 (Struktur, SB. **1**. 240). – L. Pauling & S. B. Hendricks, J. Am. Chem. Soc. **47**. 1925. 781 (Struktur). – W. H. Zachariasen, Skr. Akad. Oslo, Nat. Mat. Kl. 1928. Nr. 4 (Gitterkonstanten).

[2]) T. F. W. Barth & E. Posnjak, Z. Krist. **88**. 1934. 265 (Gitterkonstanten). – E. Posnjak & T. F. W. Barth, Z. Krist. **88**. 1934. 275.

[3]) H. B. Barlett, J. Am. Ceram. Soc. **15**. 1932. 361. – R. Brill, Z. Krist. **83**. 1932. 323.

[4]) G. Hägg, Z. physik. Chem. B. **29**. 1935. 95. – R. Haul & Th. Schoon, Z. physik. Chem. B. **44**. 1939. 216. – Vgl. J. Thewlis, Phil. Mag. **12**. 1931. 1089. – B. Mason, Geol. Fören. Förh. **65**. 1943. 95.

[5]) R. Chevallier, J. Bolfa & S. Mathieu, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 307.

[6]) Ch. Michel-Lévy & A. Sandréa, Bull. Soc. Franç. Min. **76**. 1953. 430. – Vgl. G. F. Friedman, Am. Min. **37**. 1952. 600.

[7]) F. A. Bannister, G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag. Abstr. **12**. 1954. 287.

[8]) F. A. Bannister & J. E. T. Horne, Min. Mag. **29**. 1950. 101.

[9]) Y. V. Kazitsyn, Mém. Soc. Russe Min. **83**. 1954. 425.

[10]) Von Sibirien, Schubnikow 1937; FeO 61,30%, Fe_2O_3 33,20%, stark magnetisch.

[11]) R. Tertian, C. R. Acad. Sci. Paris **230**. 1950. 230. – Vgl. H. C. Stumpf, A. S. Russel, J. W. Newsome & C. M. Tucker, Industr. Engng. Chem. **42**. 1950. 1398.

[12]) F. A. Bannister, M. H. Hey & H. P. Stadler, Min. Mag. **28**. 1947. 129 (Pulverdiagramm ganz ähnlich Gahnit).

Weitere Originalarbeiten zur Korund-Ilmenit-Gruppe siehe Strukturberichte.

5.) Perowskit-Gruppe.

Perowskit	$CaTiO_3$	Monoklin-pseudokubisch $a_0 = 7{,}62$[1]); $a_0 = 15{,}26$[2])
Dysanalyt	(Ca, Ce, Y, Na . . .)(Ti, Nb, Fe)O_3	Kubisch (?) $a_0 = 7{,}6$[1]) Monoklin-pseudokubisch $a_0 = 15{,}39$[3])

Die Verbindungen vom Perowskit-Typus ABO_3 sind im Idealfall kubisch mit $a_0 \sim 3{,}8$ Å und $Z = 1$[3]); je nach der Größe der A-Ionen kann geringfügige Deformation nach monokliner oder tetragonaler Symmetrie erfolgen, bei zu kleinen A-Ionen resultiert monokline Symmetrie mit verdoppelter Zellkante und $Z = 8$ ($CaTiO_3$, $CaSnO_3$, $CaZrO_3$, $CdTiO_3$) bei zu großen A-Ionen resultiert tetragonale Symmetrie ohne Verdoppelung der Gitterkonstanten ($PbTiO_3$, $PbZrO_3$), tatsächlich kubisch sind: $SrTiO_3$, $SrSnO_3$, $SrZrO_3$, $BaSnO_3$, $BaZrO_3$, $BaThO_3$[4]).

Die in der Natur vorkommenden Perowskite, Dysanalyte usw. bestehen offenbar stets aus feinsten Lamellen der monoklin deformierten Struktur[5, 6, 1, 2]); als Gitterkonstanten hierfür sind $a_0 \sim 7{,}6$ und $\sim 15{,}2$ mitgeteilt worden, in neuerer Zeit ist für Knopit von Afrikanda und Perowskit vom Ural $a_0 \sim 3{,}80$ bestimmt worden[7]).

Uhligit ist strukturell und vielleicht auch chemisch mit Perowskit identisch. **Knopit** ist ein Perowskit mit 4–5 Gew.-% Cererden. **Loparit,** (Ce, Na, Ca)(Nb, Ti)O_3, hat ebenfalls Perowskitstruktur; desgleichen **Irinit**[8]), $(Na, Ce, Th)_{1-x}(Ti, Nb)[O_{3-x}(OH)_x]$, metamikte Würfel und Oktaeder, die beim Erhitzen rekristal-

lisieren, $a_0 = 3{,}83$. **Metaloparit** (Gerasimovski 1941) geht aus dem Loparit durch hydrothermale Umwandlung hervor und unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch Wasseraufnahme und Verlust der Alkalien und eines Teiles der Erdalkalien.

Zirkelit (Hussak & Prior 1895), $(Ca, Fe, Th, U)_2 (Ti, Zr)_2O_5$ (?) läßt sich im Pulverdiagramm nicht kubisch indizieren und besitzt wohl rhomboedrisch-pseudokubische Symmetrie; **Zirkelit** (Blake & Smith 1913), hexagonal, $c/a = 1{,}165$, ist ca. $(Ca, Ce, Y, Fe)(Ti, Zr, Th)_3O_7$ mit ca. 1 bis 14% U_3O_8.

Interessant ist die Struktur einer Reihe synthetischer Verbindungen, z. B. $CaBi_2Nb_2O_9$ mit $a_0 = 5{,}435$, $b_0 = 5{,}485$, $c_0 = 24{,}87$ und $Z = 4$, die abwechselnd aus einem Doppel-Perowskit-Typ und $Bi_2O_2^{2+}$-Schichten aufgebaut sind[9]).

[1]) O. Zedlitz, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **75**. 1939. 245.
[2]) J. Murdoch, Am. Min. **36**. 1951. 573.
[3]) T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **8**. 1925. 201 (Struktur, SB. **1**. 300).
[4]) H. D. Megaw, Faraday Trans. 1946. u. a. (SR. **10**. 111; **11**. 454).
[5]) G. R. Levi & G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 1.
[6]) Des Cloizeaux 1878, Baumhauer 1880, Tschermak 1882 etc.
[7]) E. M. Bohnstedt-Kupletskaya, Akad. Wiss. USSR. 1946 (Fersman Gedenk-Band) 43.
[8]) L. S. Borodin & M. E. Kazakowa, Doklady Akad. Wiss. USSR. **97**. 1954. 725.
[9]) B. Aurivillius, Ark. Kemi **1**. 1950. 463.

6.) Stibiconit-Pyrochlor-Mikrolith-Gruppe.

Kubisch-hex'oktaedrisch. $O_h^7 - Fd3m$. $Z = 8$. Die Struktur der Pyrochlore unterscheidet sich von Uraninit resp. Fluorit durch ein Ionendefizit, entsprechend der Formel $A_{2-1}B_2O_6(O, OH, F)_{1-0}$; (A = Ca, Na, K, Cu, Ag, Fe, Sb, Ce, Th, Y, U; B = Sb, Nb, Ta, Ti, Fe). Es ist zweckmäßigerweise eine Stibiconit-Reihe mit vorherrschendem Sb und eine Pyrochlor-Reihe mit vorherrschendem Nb bzw. Ta zu unterscheiden.

a) Stibiconit-Reihe.

Stibiconit	$SbSb_2O_6OH$	$a_0 = 10{,}26$[1])
Roméit (Antimonocker)	$(Ca, NaH)Sb_2O_6(O, OH, F)$	$a_0 = 10{,}28$[1])
Partzit	$Cu_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, F)_7$	$a_0 = 10{,}25$[2])
Stetefeldtit	$Ag_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_7$	$a_0 = 10{,}46$[2])
Bindheimit	$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$	$a_0 = 10{,}47$[3])

Mit Stibiconit sind **Stibianit**, **Hydroroméit** und **Volgerit** identisch; **Arsen-Stibiconit** enthält z. T. As für Sb; dem Roméit entsprechen **Atopit, Schneebergit, Weslienit**, **Mauzeliit** und **Lewisit**; dem Bindheimit entspricht **Monimolit**; **Coronguit** ist ein silberhaltiger Bindheimit[3]).

b) Pyrochlor-Reihe.

Pyrochlor	$(Na, Ca)_2(Nb, Ta, Ti)_2O_6(OH, F, O)$	$a_0 = 10{,}34$—$10{,}41$[4])

Uran-Pyrochlor $(Na, K, Ce, Y, U, Pb)(Nb, Ti, Ta)_2(O, OH)_7$ $a_0 = 10{,}3—10{,}5$[5])

Betafit $(Ca, Ce, Y, U, Pb)(Nb, Ti, Ta)_2(O, OH)_7$ (?) Kubisch-holoedrisch, stets metamikt $a_0 = 10{,}32$ für das durch Erhitzen rekristall. Material[6])

Mikrolith $(Ca, Na)_2(Ta, Nb, Ti)_2O_6(OH, F, O)$ $a_0 = 10{,}41$[7])

Uran-Mikrolith $(Ca, Na, U, Ce, Y)(Ta, Nb, Ti)_2(O, OH)_7$ $a_0 = 10{,}40$[8])

Als identisch mit Pyrochlor können **Koppit, Chalkolamprit, Endeiolith** und **Marignacit** aufgefaßt werden; dem Uran-Pyrochlor entsprechen **Ellsworthit, Hatchettolith** und **Samiresit. Mendelejewit** ist eine Varietät von Betafit.

Wiikit von Finnland, angeblich $Ca_3UNb_3O_{12}OH$ und kubisch, soll die gleiche Struktur wie Betafit besitzen; vermutlich ist die von Björlykke (1931) am rekristallisierten metamikten Material bestimmte Gitterkonstante $a_0 = 5{,}16$ zu verdoppeln. Der beste Name ist wohl **Pyrochlor-Wiikit,** denn es soll auch **Samarskit-** oder **Silikat-Wiikite** geben (IV. D. 10).

Wohl mit Mikrolith identisch sind **Haddamit, Neotantalit** und **Metasimpsonit,** mit Uran-Mikrolith **Djalmait;** eine Varietät ist **Stibiomikrolith**[9]).

Strukturmäßig der Pyrochlorgruppe ganz ähnlich sind die synthetischen Verbindungen Sb_2O_4 ($a_0 = 10{,}26$, $Z = 16$), $Ca_{1/2}Ta_2O_6F$ ($a_0 = 10{,}34$), $NaSbO_3$ ($a_0 = 10{,}2$) und $AgSbO_3$ ($a_0 = 10{,}34$). Mit Perowskit, $CaTiO_3$, sollen die Mineralien der Pyrochlor-Reihe begrenzt mischbar sein.

---

[1]) O. Zedlitz, Z. Krist. **81**. 1931. 253. – F. Machatschki, Chem. d. Erde **7**. 1932. 55. – G. Natta & M. Baccaredda, Z. Krist. **85**. 1933. 271 (Struktur, SB. **3**. 54). – K. Dihlström & A. Westgren, Z. anorg. Chem. **235**. 1937. 153. – C. J. Vitaliano & B. Mason, Am. Min. **37**. 1952. 982.

[2]) B. Mason & C. J. Vitaliano, Min. Mag. **30**. 1953. 100.

[3]) B. Mason & C. J. Vitaliano, 1953, l. c. – Vgl. G. Natta & M. Baccaredda 1933, l. c. – G. Hägele, Zbl. Min. 1937. 45.

[4]) O. Rosén & A. Westgren, Geol. Fören. Förh. **60**. 1938. 226. – Vgl. H. R. v. Gärtner, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **61**. 1930. 1 (Struktur „Koppit-Typ", SB. **2**. 58). – R. J. Arnott, Am. Min. **35**. 1950. 386.

[5]) R. J. Arnott 1950, l. c. – C. Frondel, unpubl.

[6]) E. Tavora, An. Ac. Brasil Cienc. **21**. 1949. 337.

[7]) O. Rosén & A. Westgren, 1938, l. c. – Ch. Palache & F. A. Gonyer, Am. Min. **25**. 1940. 411. – R. J. Arnott 1950, l. c.

[8]) E. Tavora 1949, l. c.

[9]) P. Quensel, Geol. Fören. Förh. **67**. 1945. 15 ($a_0 = 10{,}42$).

7.) Trippkeit-Reihe. Wahrscheinlich Isotypie.

Trippkeit $CuAs_2O_4$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{13} — P4_2/mbc$
$a_0 = 8{,}59$ $c_0 = 5{,}56$[1])
$c_0/a_0 = 0{,}647$ $Z = 4$

Schafarzikit	$FeSb_2O_4$	Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$ $a_0 = 8{,}59$ $c_0 = 5{,}92$[2]) $c_0/a_0 = 0{,}689$ $Z = 4$

Anhang:

Koechlinit	Bi_2MoO_6	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{18}–Cmca $a_0 = 5{,}50$ $b_0 = 16{,}24$ $c_0 = 5{,}49$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}339 : 1 : 0{,}338$ $Z = 4$

[1]) J. Zemann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **2**. 1951. 417.
[2]) J. Zemann, Österr. Akad. Wiss. **87**. 1950. 200.
[3]) C. W. Wolfe & C. Frondel, Dana **2**. 1951. 1092 ($a_0 = 5{,}49$, $b_0 = 16, 19$, $c_0 = 5{,}49$). – J. Zemann, Heidelberger Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 139 (Struktur; Homöotypie mit La_2MoO_6).

8.) Melanostibian-Derbylith-Gruppe.

Melanostibian	$6(Mn, Fe)O \cdot Sb_2O_3$ (?)	Tetragonal oder rhombisch
Haematostibiit	$8(Mn, Fe)O \cdot Sb_2O_5$ (?)	Rhombisch oder monoklin
Derbylith	$6FeO \cdot 5TiO_2 \cdot Sb_2O_5$ (?)	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}9661 : 1 : 0{,}5502$

Manganostibiit ist das eisenärmere Analogon zu Haematostibiit und enthält in geringer Menge As für Sb. **Stibiatil, Chondrostibian, Magnetostibian** und **Ferrostibian** sind sehr ungenau bekannte komplexe Sb-Oxyde.

D.) RO_2- und verwandte Verbindungen

1.) Quarz-Gruppe. Polymorphie.

Quarz	SiO_2	Trigonal-trapezoedrisch $D_3^4 - P3_121$, $D_3^6 - P3_221$ $a_0 = 4{,}9130$ $c_0 = 5{,}4045$ $c_0/a_0 = 1{,}1000$ $Z = 3$[1])
Hochquarz (β-Quarz)	SiO_2	Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^4 - P6_222$, $D_6^5 - P6_422$ $a_0 = 4{,}999$ $c_0 = 5{,}457$ $c_0/a_0 = 1{,}092$ $Z = 3$[2])
Tridymit	SiO_2	Rhombisch-dipyramidal, pseudohexagonal $a_0 = 9{,}90$ $b_0 = 17{,}1$ $c_0 = 16{,}3$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}579 : 1 : 0{,}953$ $Z = 64$
Hochtridymit (β-Tridymit)	SiO_2	Hexagonal $D_{6h}^4 - P6_3/mmc$ (oder $D_{3h}^4 - P62c$?) $a_0 = 5{,}04$ $c_0 = 8{,}24$ $c_0/a_0 = 1{,}635$ $Z = 4$[3])
Cristobalit	SiO_2	Tetragonal-trapezoedrisch D_4^4–$P4_12_12$, D_4^8–$P4_32_12$ $a_0 = 4{,}97$ $c_0 = 6{,}93$ $c_0/a_0 = 1{,}394$ $Z = 4$[4])
Hochcristobalit (β-Cristobalit)	SiO_2	Kubisch $O_h^7 - Fd3m$ oder $T^4 - P2_13$ (?) $a_0 = 7{,}13$ $Z = 8$[5])
Lechatelierit	SiO_2	Glasartig amorph
Opal	$SiO_2 + aq.$	Amorph

Nur synthetisch bekannt:

„Coesit" SiO_2 Monoklin, pseudohexagonal $C_{2h}^6 - C2/c$ oder $C_s^4 - Cc$
(synthet., bei hohem Druck) $a_0 = 7{,}23$ $b_0 = 12{,}52$ $c_0 = 7{,}23$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}577 : 1 : 0{,}577$
$\beta = 120^0$ $Z = 16$ (?)

„Faseriges SiO_2" Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{26} - Icma$
(synthet., aus $2SiO + O_2$) $a_0 = 4{,}72$ $b_0 = 5{,}16$ $c_0 = 8{,}36$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}915 : 1 : 1{,}620$ $Z = 4$

Im Tridymit ist ein Ersatz von Si durch NaAl oder von Si_3 durch $NaCaAl_3$ möglich ($c_0 = 40{,}79$); die Bezeichnung „Christensenit" hierfür ist nach Mason[8]) überflüssig, da wohl alle in der Natur vorkommenden Tridymite einen derartigen Ersatz von einigen Gew.-% aufweisen. Cristobalit soll nach T. Barth (1932) nur rhombisch-pseudotetragonal sein mit der Symmetrie $D_2^4 - P2_12_12_1$. Mit ihm ist Tschkalowit $Na_2[BeSi_2O_6]$ verwandt (s. Tektosilikate).

Während in allen in der Natur vorkommenden SiO_2-Modifikationen die Verknüpfung der SiO_4-Tetraeder über 1 gemeinsames O erfolgt, liegen im „faserigen SiO_2" unendlich lange Kettenmoleküle mit SiO_4-Tetraedern verknüpft über 2 gemeinsame O vor; Faserachse b[010].

---

[1]) R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **110** A. 1926. 443 (Struktur, SB. **3**. 21); H. Lipson & A. J. C. Wilson, Proc. Phys. Soc. **53**. 1941. 245; J. Sci. Instrum. **18**. 1941. 144. (Präzisionsgitterkonstanten bei 18° C).

[2]) W. H. Bragg & R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **109** A. 1925. 405 (Struktur, SB. **1**. 166). – R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **11**. 1926. 101 (Struktur).

[3]) R. E. Gibbs, Proc. Roy. Soc. **113** A. 1927. 351 (Strukturschema, SB. **1**. 171). – Vgl. J. Lukesh & M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942 143.

[4]) W. Nieuwenkamp, Z. Krist. **92**. 1935. 82 (Struktur, SB. **3**. 25). – Vgl. T. F. W. Barth, Am. J. Sci. **24**. 1932. 102. – A. H. Jay, Min. Mag. **27**. 1944. 54.

[5]) R. W. G. Wyckoff, Z. Krist. **62**. 1925. 189 (Struktur, SB. **1**. 169). – Vgl. T. F. W. Barth, Am. J. Sci. **23**. 1932. 350. – J. S. Lukesh, Am. Min. **27**. 1942. 226.

[6]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **40**. 1955. 975.

[7]) Al. Weiß & Arm. Weiß, Z. anorg. Chem. **276**. 1954. 95 (Struktur).

[8]) B. Mason, Am. Min. **38**. 1953. 866.

Zahlreiche weitere Arbeiten s. Strukturberichte.

Varietäten von Quarz:

a) Phanerokristallin: **Bergkristall, Rauchquarz** (bräunlich), **Morion** (tiefbraun), **Citrin** (gelb), **Amethyst** (violett), **Rosenquarz** (lichtrosarot). Zu Citrin gehören auch die mit „Goldtopas" u. ä. bezeichneten Steine des Handels, die bekanntlich durch Erhitzen von Amethyst und manchen Rauchquarzen gewonnen werden.

Subvarietäten zu a) mit morphologischen Eigentümlichkeiten sind: **Szepterquarz, Babylonquarz** (treppenförmig entwickelt), **Kappenquarz** und **Sternquarz.** Einschlüsse besitzen **Milchquarz** und z. T. **„Gangquarz"** (mit Flüssigkeitströpfchen), **Blauquarz** (mit feinsten Rutilnädelchen), **Eisenkiesel** (mit Fe-Oxyden),

Tigerauge und **Falkenauge** (mit Krokydolith), **Prasem** (mit Strahlstein), **Katzenauge** (mit Asbest), **Aventurinquarz** (mit goldgelben oder grünen Glimmerblättchen).

b) Mikrokristalliner Quarz „gelförmiger" Entstehung wird als **Chalcedon** bezeichnet. Die Quarzkriställchen befinden sich in parallelfaseriger Anordnung mit den Faserachsen senkrecht zu der meist nierig-traubigen Oberfläche. Die kristallographische c-Achse der Quarze steht in der Regel senkrecht, ausnahmsweise parallel der Faserachse (Correns und Nagelschmidt 1933). In vielen Chalcedonen ist der Quarz innig mit Opal gemengt.

Subvarietäten von Chalcedon sind **Achat** (mit schichtigem Aufbau aus Chalcedonlagen verschiedener Färbung), **Carneol** (gelblich bis blutrot), **Chrysopras** (apfelgrün), **Onyx** (schwarz). Weniger durchscheinend und infolge von Fremdbeimengungen von mehr trüber Farbe sind **Jaspis** (Kugeljaspis, Bandjaspis)*), **Plasma** (schmutziggrün), **Heliotrop** (grün mit roten Flecken). **Enhydros** sind teilweise noch mit Wasser gefüllte, vollständig geschlossene Chalcedonmandeln.

Tridymit und Cristobalit:

Die als Mineralien vorkommenden Tridymite sind stets, die Cristobalite meistens Paramorphosen der Tieftemperaturform nach Hochtridymit bzw. Hochcristobalit. Von Tridymit soll es eine zwischen 130 und 170° C beständige weitere Tieftemperaturform α' geben. Manche Cristobalite treten nach Laves (1939) in chalcedonartiger Entwicklung auf und sind als **Cristobalitchalcedone** zu bezeichnen. Die c-Achse der tetragonalen Cristobalitkriställchen steht wie bei Quarz im Chalcedon in der Regel senkrecht, ausnahmsweise parallel der Faserachse.

SiO_2-Glas:

Lechatelierit bildet sich als Schmelzprodukt von Quarzsand durch Blitzschlag in den sog. Blitzröhren oder Fulguriten, gelegentlich durch Meteoriteneinschlag.

Varietäten von Opal:

Hyalit (wasserhell), **Feueropal** (wasserklar, leuchtendgelb bis ziegelrot), **Edelopal** (mit prächtigem Farbenspiel). **Milchopal** und **Hydrophan** sind durch Wasserverlust milchig getrübt; **Prasopal** ist durch Ni undurchsichtig apfelgrün, **Jaspopal** durch Fe undurchsichtig rot bis braun. **Kascholong** (emailleartig, weiß), **Feuerstein** oder **Flint** sowie **Hornstein** sind teilweise in Chalcedon (in innigem Gemenge mit Opal) übergegangen; viele Hornsteine bestehen bereits vollständig aus Chalcedon. Opalsubstanz organogener Entstehung sind Kieselgur, Diatomit, Polierschiefer und Tripel (in schichtiger Ablagerung) sowie Menilit und Schwimmkiesel (in knolligen Konkretionen, gemengt mit Chalcedon). „Tripel" ist ausnahmsweise auch aus zerdrücktem Gangquarz entstanden.

Aus heißen magmatischen Wässern entstandene „Opale" zeigen im Röntgendiagramm die Linien von Hochcristobalit (Dwyer und Mellor 1934).

*) Porzellanjaspis ist natürlich gefritteter Ton bzw. toniger Sandstein und gehört zu den Gesteinen.

2.) Rutil-Reihe. Isotypie. Ditetragonal-dipyramidal. $D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$.

Pyrolusit (Polianit)	β-MnO_2*)	$a_0 = 4{,}39$	$c_0 = 2{,}87$	$c_0/a_0 = 0{,}653$	$Z = 2$[1])
Rutil	TiO_2	$a_0 = 4{,}59$	$c_0 = 2{,}96$	$c_0/a_0 = 0{,}645$	$Z = 2$[2])
Cassiterit (Zinnstein)	SnO_2	$a_0 = 4{,}73$	$c_0 = 3{,}18$	$c_0/a_0 = 0{,}672$	$Z = 2$[2])
Plattnerit	PbO_2	$a_0 = 4{,}97$	$c_0 = 3{,}40$	$c_0/a_0 = 0{,}684$	$Z = 2$[3])
Synthetisch	TeO_2	$a_0 = 4{,}80$	$c_0 = 3{,}78$	$c_0/a_0 = 0{,}787$	$Z = 2$[4])

Sagenit ist feinnadeliger Rutil in Form von Zwillingsstöcken. **Chromrutil,** mit ca. 16% Cr_2O_3, ist angeblich eine Abart des Rutil mit Scheelitgitter. Unter **Nigrin** versteht man zweierlei: 1. Mikroskopisch homogene Rutile mit hohem Fe-Gehalt, die nach P. Ramdohr wohl mit den von Traube (1895) hergestellten Hochtemperatur-Rutilen übereinstimmen (vielleicht mit vakanten O-Positionen). 2. Ilmenite mit orientierter teilweiser Pseudomorphosierung durch Rutil unter Fe-Wegfuhr. Rutil und Cassiterit bilden bei Temperaturen über 1350°C eine isomorphe Reihe[2a]).

Hydro-Cassiterit (**Souxit**, Herzenberg 1946; **Varlamoffit**, De Decker 1946, Varlamoff 1948) sind „hydratisierter Cassiterit"[5]) bzw. $(Sn, Fe)(O, OH)_2$ mit $a_0 = 4{,}75$, $c_0 = 3{,}15$[6]); **Arandisit**, bisher als Zinnsilikat aufgefaßt, ist wohl ein inniges Gemenge von grünem Hydro-Cassiterit und Quarz.

*) Vgl. „Übersicht der MnO_2-Modifikationen"; α-β ... hier ohne Bezug auf die Temperatur.

[1]) A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **3**. 1926. 224.

[2]) L. Vegard, Phil. Mag. **32**. 1916. 65 (Struktur, SB. **1**. 155). – C. M. Williams, Proc. Roy. Soc. **93**. 1917. 418. u. a. – W. H. Baur, Acta Cryst. **9**. 1956. 515.

[2a]) N. N. Padurow, Naturw. **43**. 1956. 395.

[3]) W. H. Zachariasen in V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert. Ges. **VI**. 1926. – Vgl. A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 186. – A. E. van Arkel, Physica **5**. 1925. 162. u. a.

[4]) W. H. Zachariasen in V. M. Goldschmidt, Geochem. Vert. Ges. **VI**. 1926. – E. Tavora & F. Peixoto, Anais. Acad. Brasil. Sci. **23**. 1951. 449. – Nach B. Stehlik & L. Balák, Chem. Zvěsti. **2**. 1948. 6, 33, 69, ist synthet. TeO_2 tetragonal-trapezoedrisch, $D_4^4 - P4_12_1$ und $D_4^8 - P4_32_1$, mit $a_0 = 4{,}80$, $c_0 = 7{,}59$, $Z = 4$.

[5]) A. Russel & E. A. Vincent, Min. Mag. **29**. 1952. 817.

[6]) E. Niggli & A. M. Winkelmolen, Leidse Geol. Mededel. **17**. 1953. 207.

Übersicht der MnO_2-Modifikationen

Vom MnO_2 scheint es mindestens 4 Modifikationen zu geben:

α-MnO_2 kristallisiert tetragonal und ist mit den K-, Ba-, Pb-haltigen Mineralien Kryptomelan, Hollandit und Coronadit durch Mischkristallbildung verbunden; von den letzteren gibt es auch eine monoklin deformierte Strukturvariante, die zum Psilomelan hinüberleitet.

β-MnO_2, Pyrolusit; während Polianit primär entstandenes β-MnO_2 mit tetragonaler Morphologie ist, weist der damit identische Pyrolusit entsprechend der sekundären Entstehung, vorzugsweise als Pseudomorphose nach Manganit, eine rhombische morphologische Entwicklung auf.

γ-MnO_2, Ramsdellit ist rhombisch und isotyp mit Groutit, α-MnOOH (s. Diaspor-Reihe).

Als „γ-MnO_2" wurden bisher offenbar sehr verschiedenartige — vielleicht z. T. unreine — Substanzen bezeichnet; „γ-MnO_2" nach Byström soll eine teilweise ungeordnete Übergangsstruktur zwischen Pyrolusit und Ramsdellit besitzen.

δ-MnO_2 und ε-MnO_2 sind gleichfalls beschrieben worden; δ-MnO_2 kommt offenbar in Manganknollen der Tiefsee vor.

Unter den Manganerzen sind Kryptomelan und Pyrolusit die weitaus wichtigsten, hingegen hat sich Psilomelan als relativ selten erwiesen. So wie „Limonit" (Brauneisenerz) als Sammelname für lockeren bis kompakten Goethit und Lepidokrokit Verwendung findet, kann „Wad" ebenfalls als Sammelname für Weichmanganerze und Hartmanganerze (Schwarzer Glaskopf) verwendet werden.

Allgemein: W. F. Cole, A. D. Wadsley & A. Walkley, Trans. Electrochem. Soc. **92**. 1947. 133. – H. F. McMurdie & E. Golovato, J. Res. Nat. Bur. Stand. **41**. 1948. 589. – J. Brenet & A. Héraud, C. R. Acad. Sci. **228**. 1949. 1487. – J. Brenet, C. R. Acad. Sci. **230**. 1950. 1360; Bull. Soc. Min. Franç. **75**. 1950. 409; **77**. 1954. 757. – A. D. Wadsley & A. Walkley, Rev. Pure Appl. Chem. **1**. 1951. 203.

„γ-MnO_2": W. Feitknecht & W. Marti, Helv. Chim. Acta **28**. 1945. 149. – H. F. McMurdie & E. Golovato 1948, l. c. – I. S. Morosow & V. G. Kusnetzow, Doklady Akad. Wiss. USSR. 1949. 343. – A. M. Byström, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 163. – A. Byström & A. M. Byström, Acta Cryst. **3**. 1950. 146. – P. H. Delano, Industr. Eng. Chem. **42**. 1950. 523.

δ-MnO_2: Feitknecht & Marti 1945, l. c. – McMurdie & Golovato 1948, l. c. – W. Buser & A. Grütter, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **36**, 1956. 49.

ε-MnO_2: S. Okada, I. Uei & H. Chin, J. Electrochem. Soc. Jap. **15**. 1947. 79.

Weitere Literatur s. bei der Kryptomelan-Reihe.

3.) Polyrutil-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, D_{4h}^{14} — $P4_2/mnm$. Isotypie. Gegenüber Rutil sind Formel und c_0 verdreifacht.

Byströmit	$MgSb_2O_6$	$a_0 = 4{,}68$ $c_0 = 9{,}21$[1])
		$c_0/a_0 = 1{,}968$ $Z = 2$
Tripuhyit	$FeSb_2O_6$	$a_0 = 4{,}63$ $c_0 = 9{,}14$[2])
		$c_0/a_0 = 1{,}975$ $Z = 2$
Ordoñezit	$ZnSb_2O_6$	$a_0 = 4{,}67$ $c_0 = 9{,}24$[3])
		$c_0/a_0 = 1{,}979$ $Z = 2$
Mossit	$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$	$a_0 = 4{,}72$ $c_0 = 9{,}14$[4])
		$c_0/a_0 = 1{,}936$ $Z = 2$
Tapiolit	$(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$	$a_0 = 4{,}75$ $c_0 = 9{,}26$[4])
		$c_0/a_0 = 1{,}950$ $Z = 2$

Die gleiche Zusammensetzung wie Mossit und Tapiolit haben bekanntlich Niobit und Tantalit. Die Existenz von Mossit mit vorherrschendem Nb wird bezweifelt[5,6]).

Manganomossit ist ein Mossit mit vorherrschendem Mn-Gehalt. **Strüverit** und **Ilmenorutil** sollen Mischkristalle von TiO_2 und Tapiolit im Verhältnis 4:1 und

5:1 sein; nach Hutchinson 1955[6]) handelt es sich bei Ilmenorutil einiger Fundorte jedoch um regelmäßige Verwachsungen von Columbit mit gewöhnlichem Rutil.

[1]) B. Mason & C. J. Vitaliano, Am. Min. **36**. 1951. 320; **37**. 1952. 53.
[2]) B. Mason & C. J. Vitaliano, Min. Mag. **30**. 1953. 100.
[3]) G. Switzer & W. F. Foshag, Am. Min. **39**. 1954. 346. – G. L. Clark & D. A. Reynolds, Z. Krist. **98**. 1938. 185 (Struktur von synthet. $ZnSb_2O_6$, SR. **8**. 153).
[4]) V. M. Goldschmidt, Vidensk. Skr. Oslo. Mat.-Nat. Kl **1**. 1926. 17. – E. Tavora & F. Peixoto, An. Acad. Brasil. Sci. **23**. 1951. 449: $a_0 = 4{,}752$, $c_0 = 9{,}230$. – Synthet. Verbindungen s. K. Brandt, Ark. Kem. Min. Geol. **17** A. 1943. 8 (SR. **9**. 179).
[5]) W. T. Schaller, US. Geol. Surv. Bull. **509**. 1912. 1.
[6]) R. W. Hutchinson, Am. Min. **40**. 1955. 432.

4.) Kryptomelan-Psilomelan-Gruppe.

a) Kryptomelan-Reihe. Dimorphie; die eine Modifikation kristallisiert tetragonal-dipyramidal, $C_{4h}^5 - I4/m$, $Z = 1$, die andere monoklin-pseudotetragonal in der Raumgruppe $C_{2h}^3 - I2/m$, $Z = 1$. Zwischen dem synthetisch bekannten reinen α-MnO_2 und den Verbindungen $K_2Mn_8O_{16}$, $Ba_2Mn_8O_{16}$, $Pb_2Mn_8O_{16}$ gibt es offenbar feste Lösungen in jedem Mischungsverhältnis.

Synthetisch (α-MnO_2) Mn_8O_{16} Tetragonal: $a_0 = 9{,}88$ $c_0 = 2{,}845$ $c_0/a_0 = 0{,}288$[1])
Monoklin (?): —

Kryptomelan $K_{\leq 2}Mn_8O_{16}$ Tetragonal: $a_0 = 9{,}84$ $c_0 = 2{,}86$ $c_0/a_0 = 0{,}291$[2])
Monoklin: $a_0 = 9{,}79$ $b_0 = 2{,}88$ $c_0 = 9{,}94$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}479 : 1 : 3{,}451$
$\beta = 90°37'$

Hollandit $Ba_{\leq 2}Mn_8O_{16}$ Tetragonal: $a_0 = 9{,}96$ $c_0 = 2{,}86$ $c_0/a_0 = 0{,}287$[2])
Monoklin: $a_0 = 9{,}91$ $b_0 = 2{,}87$ $c_0 = 9{,}75$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}453 : 1 : 3{,}397$
$\beta = 90°36'$

Coronadit $Pb_{\leq 2}Mn_8O_{16}$ Tetragonal: $a_0 = 9{,}89$ $c_0 = 2{,}86$ $c_0/a_0 = 0{,}289$[2])
Monoklin: —

Priderit $(K, Ba)_{1,33}(Ti, Fe''')_8O_{16}$
Tetragonal: $a_0 = 10{,}11$ $c_0 = 2{,}96$ $c_0/a_0 = 0{,}293$[4])
Monoklin (?): —

b) Psilomelan.

Psilomelan $(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$
Monoklin $C_{2h}^3 - A2/m$
$a_0 = 9{,}56$ $b_0 = 2{,}88$ $c_0 = 13{,}85$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}319 : 1 : 4{,}809$ $\beta = 92°30'$ $Z = 2$

Woodruffit[6]), $2(Zn, Mn)O \cdot 5MnO_2 \cdot 4H_2O$ ist verwandt mit Kryptomelan; **Cesarolith**, $3MnO_2 \cdot PbO \cdot H_2O$, ist formelmäßig ähnlich Hollandit; Synthetischer K-Priderit und Ba-Priderit sind isotyp; sie sind wahrscheinlich Glieder einer isomorphen Reihe analog Kryptomelan-Hollandit (Norrisch 1950). Als **Wad**

können die Weichmanganerze und Hartmanganerze gelförmiger Entstehung von der ungefähren Zusammensetzung $MnO_2 \cdot nH_2O$ bezeichnet werden. **Asbolan** (Kobaltschwärze) ist Co-haltiger Wad, **Cuproasbolan** (Kupferschwärze) enthält Cu; **Zinkdibraunit** ist angeblich amorphes $MnO_2 \cdot {}^1/_2ZnO \cdot H_2O$ mit einigen Prozent PbO oder PbO_2. **Birnessit**, $(Na_{0,7}Ca_{0,3})Mn_7O_{14} \cdot 2{,}8H_2O$, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie δ-MnO_2[7]).

Manche Manganomelane zeigen starke diffuse Röntgenschwärzung, die auf amorphes MnO_2 ($\pm H_2O$) zurückzuführen ist: **Manganogel** (entsprechend Siderogel und Alumogel). **Vernadit** soll H_2MnO_3 sein[8]).

[1]) G. Butler & H. R. Thirsk, Acta Cryst. **5**. 1952. 288.
[2]) A. Byström & A. M. Byström, Acta Cryst. **3**. 1950. 146; **4**. 1951. 469 (Struktur, SR. **13**. 188).
[3]) A. McL. Mathieson & A. D. Wadsley, Am. Min. **35**. 1950. 99.
[4]) K. Norrisch, Min. Mag. **29**. 1951. 496.
[5]) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **6**. 1953. 433 (Struktur). – Nach G. Vaux & H. Bennett, Min. Mag. **24**. 1937. 521, rhombisch mit $a_0 = 9{,}1$, $b_0 = 13{,}7$, $c_0 = 2{,}87$.
[6]) C. Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 761.
[7]) L. H. P. Jones & A. A. Milne, Min. Mag. **31**, 1956. 283.
[8]) Hydratisiertes MnO_2 russischer Mn-Erze (Betechtin 1944).
Vgl. ferner:
W. F. Cole, A. D. Wadsley & A. Walkley, Trans. Electrochem. Soc. **92**. 1947. 133.
L. S. Ramsdell, Am. Min. **27**. 1942. 611.
W. E. Richmond & M. Fleischer, Am. Min. **27**. 1942. 607.
C. Frondel & E. W. Heinrich, Am. Min. **27**. 1942. 48.
J. W. Gruner, Am. Min. **28**. 1943. 497.
A. M. Byström, Acta chem. Scand. **3**. 1949. 163.
H. R. Samson & A. D. Wadsley, Am. Min. **33**. 1948. 695.

5.) Selenolith-Anatas-Gruppe.

Die hier zusammengefaßten Mineralien weisen wahrscheinlich keine engere Verwandtschaft auf.

Selenolith (?) SeO_2 Tetragonal $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$ oder $C_{4v}^{8} - P4_2cb$
$a_0 = 8{,}37$ $c_0 = 5{,}06$ $c_0/a_0 = 0{,}605$ $Z = 8$[1])

Anatas TiO_2 Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$
$a_0 = 3{,}74$ $[110]_0 = 5{,}28$ $c_0 = 9{,}39$ $c_0/a_0 = 2{,}511$[2])
$Z = 4$ $c/a = 1{,}7771$

Bei Anatas ist [110] der Elementarzelle gleich a [100] in morphologischer Aufstellung.

[1]) Selenolith soll nach Groth monoklin sein; die obigen Angaben gelten für synthetisches SeO_2: J. D. McCullough, J. Am. Chem. Soc. **59**. 1937. 789.
[2]) L. Vegard, Phil. Mag. **32**. 1916. 505; Skr. Akad. Oslo, Mat. Nat. Kl. 1925. Nr. 11 Struktur, SB. **1**. 158). – Vgl. R. L. Parker, Z. Krist. **59**. 1924.1. u. a.

6.) Brookit-Columbit-Gruppe.

Brookit TiO_2 Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15}—Pcab
$a_0 = 5{,}45$ $b_0 = 9{,}18$ $c_0 = 5{,}15$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}593 : 1 : 0{,}561$ $Z = 8$

Tellurit	TeO_2	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15}—Pcab $a_0 = 5{,}51$ $b_0 = 11{,}77$ $c_0 = 5{,}60$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}468 : 1 : 0{,}476$ $Z = 8$
Niobit (Columbit)	$(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$[3])	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{14}—Pcan $a_0 = 5{,}74$ $b_0 = 14{,}27$ $c_0 = 5{,}09$[3a]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}402 : 1 : 0{,}357$ $Z = 4$
Tantalit	$(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}401 : 1 : 0{,}351$
Anhang:		
Simpsonit	$AlTaO_4$	Hexagonal-dipyramidal (?) $a_0 = 6{,}2$ $c_0 = 4{,}5$ $c_0/a_0 = 0{,}73$ $Z = 2$[4])

Arkansit, von Arkansas, ist eine Varietät von Brookit mit isometrischem Habitus. Tellurit besitzt eine deformierte Brookitstruktur; tetragonales, als Kunstprodukt bekanntes TeO_2 ist isotyp mit Rutil.

In den Columbiten ist vollkommene Diadochie (Fe, Mn) und (Nb, Ta) möglich; im **Manganoniobit** und **Manganotantalit** herrscht Mn gegenüber Fe stark vor. **Toddit** entspricht einem Niobit, in welchem (Fe, Mn) zum Teil durch Uran ersetzt ist. Manche Niobite und Tantalite sind isotropisiert. Bei mäßiger Temperatur gebildeter Tantalit, mit statistischer Verteilung ($FeNb_2$) hat $b_0 \sim {}^1/_3 14{,}27$ Å[3b]).

---

[1]) L. Pauling & J. H. Sturdivant, Z. Krist. **68**. 1928. 239 (Struktur, SB. **2**. 14, Ref. SB. **1**. 778). – Vgl. A. Schröder, Z. Krist. **66**. 1927. 67.

[2]) T. Ito, J. Geol. Soc. Tokyo **40**. 1933. 613. – T. Ito & H. Sawada, Z. Krist. **102**. 1939. 13 (Struktur, SB. **7**. 8.).

[3]) Die gleiche Zusammensetzung hat Mossit. – [3a])J. H. Sturdivant, Z. Krist. **75**. 1930. 88 (Struktur, SB. **2**. 55), Aufstellung: Schrauf 1861. — K. Brandt, Ark. Kem. Min. Geol. **17** A. 1943. 8 (synthet., mit Niobit isotype Verbindungen: $MgNb_2O_6$, $ZnTa_2O_6$, $MnSb_2O_6$ u. a., SR. **9**. 179). – [3b]) Vgl. H. Nielsen 1956.

[4]) H. Bowley & L. E. R. Taylor, J. Roy. Soc. Western Australia **25**. 1939. 89, 93. – Chem. Zusammensetzung nach Macgregor, Min. Mag. **27**. 1946. 157, 4 $Al_2O_3 \cdot 3\,Ta_2O_5$.

7.) Pseudobrookit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{17} — Bbmm. Isotypie.

Synthetisch („Tialit")	Al_2TiO_5	$a_0 = 9{,}60$ $b_0 = 9{,}65$ $c_0 = 3{,}61$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}995 : 1 : 0{,}374$ $Z = 4$
Pseudobrookit	$Fe_2^{\cdots}TiO_5$	$a_0 = 9{,}81$ $b_0 = 9{,}95$ $c_0 = 3{,}74$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}986 : 1 : 0{,}376$ $Z = 4$
Synthetisch („Anosovit")	$Ti_2^{\cdots}TiO_5$	$a_0 = 9{,}47$ $b_0 = 9{,}72$ $c_0 = 3{,}75$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}974 : 1 : 0{,}386$ $Z = 4$
Synthetisch	$MgTiTiO_5$	$a_0 = 9{,}8$ $b_0 = 10{,}0$ $c_0 = 3{,}7$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}98 : 1 : 0{,}37$ $Z = 4$

Pseudobrookit enthält meist einen Überschuß von TiO_2, der aber nur scheinbar ist und nach Pauling (1930) auf Einschlüsse feinster Rutilkriställchen zurückgeht.

[1]) G. Yamaguchi, Journ. Jap. Ceram. Assoc. **2**. 1944. 6. In der engl. Literatur irrtümlich „Tieilit" übersetzt; nach Austin & Schwartz ist $a_0 = 3{,}557$, $b_0 = 9{,}436$, $c_0 = 9{,}648$, Acta Cryst. **6**. 1953. 812.

[2]) L. Pauling, Z. Krist. **73**. 1930. 97 (Struktur, SB. **2**. 53).

[3]) A. A. Rusakow & G. S. Schdanow, Doklady Akad. Wiss. USSR. **77**. 1951. 77; **82**. 1952. 901.

8.) Euxenit-Blomstrandin-Gruppe.

Die hier zusammengestellten Mineralien sind meist metamikt und zum Teil wahrscheinlich mit Niobit und Tantalit strukturell verwandt.

a) Euxenit-Reihe. Wohl Isotypie.

Delorenzit $(Y, U, Fe, Ti)[Ti_2O_6]$
Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}3375 : 1 : 0{,}3412$

Polykras $(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Ti, Nb, Ta)_2(O, OH)_6]$
Rhombisch-dipyramidal

Euxenit $(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Nb, Ta, Ti)_2(O, OH)_6]$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}—Pcmn(?)
$a_0 = 5{,}52$ $b_0 = 14{,}57$ $c_0 = 5{,}166$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}379 : 1 : 0{,}355$ $Z = 4$

b) Blomstrandin-Reihe. Wohl Isotypie.

Polymignit $(Ce, La, Y, Th, Mn, Ca)[(Ti, Zr, Nb, Ta)_2O_6]$
Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}4681 : 1 : 0{,}7192$

Blomstrandin (Priorit) $(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta)_2O_6]$
Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}4746 : 1 : 0{,}6673$

Aeschynit $(Ce, Th, Ca \ldots)[(Nb, Ti, Ta)_2O_6]$
Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}4867 : 1 : 0{,}6737$

Brannerit $(U, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe)_2O_6]$
Rhombisch (oder monoklin)

Blomstrandin tritt in gesetzmäßigen Verwachsungen mit Euxenit auf. **Yttrokrasit** ist dem Delorenzit sehr ähnlich; manche Brannerite geben schwache Linien einer kristallinen Komponente vom Pyrochlortypus mit $a_0 = 5{,}39$ oder 10,78 (Pabst 1954). **Kobeit**[2]), $(Y, U \ldots)(Ti, Nb \ldots)_2(O, OH)_6$, ist wohl eine Varietät von Polykras; **Eschwegeit** ist eine Ta-reiche Varietät von Euxenit ($a_0 = 5{,}52$, $b_0 = 14{,}55$, $c_0 = 5{,}15$)[3]); **Fersmit**[4]) $(Ca, Ce, Na)(Nb, Ti, Fe, Al)_2(O,$

OH, F)$_6$, rhombisch, a : b : c ~ 0,377 : 1 : 0,356, ist wahrscheinlich gleichfalls eine Varietät von Euxenit.

Kalkowskyn, ungefähr (Fe, Ce, Ca, Mg) [(Ti, Ta, Nb, Si ?)$_2$O$_6$], soll dem Euxenit und Aeschynit nahestehen. **Chlopinit** hat vielleicht die Formel (Y, U, Th) [(Nb, Ti, Fe)$_2$O$_6$].

---

[1]) R. J. Arnott, Am. Min. **35**. 1950. 386.
[2]) J. Takubo, Y. Ukai & T. Minato, J. Geol. Soc. Jap. **56**. 1950. 509.
[3]) E. Tavora, An. Acad. Brasil. Ciencas **23**. 1951. 128.
[4]) E. M. Bohnstedt-Kupletskaya & T. A. Burowa, Doklady Akad. Wiss. USSR. **52**. 1946. 69.

9.) Fergusonit-Stibioniobit-Gruppe.

Die Gitterkonstanten von Stibiotantalit sind ähnlich denjenigen von Fergusonit, worin möglicherweise eine engere strukturelle Verwandtschaft der beiden Mineralreihen zum Ausdruck kommt.

a) Fergusonit-Reihe. Isotypie.

Fergusonit $Y(Nb, Ta)O_4$ Tetragonal-dipyramidal
$a_0 = 7{,}76$ $^1/_2[110]_0 = 5{,}48$ $c_0 = 11{,}33$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}460$ $Z = 8$

Formanit $YTaO_4$ = „Fergusonit" von Cooglegong, Westaustralien

Risörit $(Y, \ldots)(Nb, Ti)O_4$ Tetragonal-dipyramidal
$a_0 = 7{,}80$ $^1/_2[110]_0 = 5{,}51$ $c_0 = 11{,}43$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}465$ $Z = 8$

Die hier angegebenen Gitterkonstanten von Fergusonit sollen für die von 850—1050° C stabile Hochtemperatur-Modifikation gelten; wird der metamikte natürliche Fergusonit nur auf 450° erhitzt, so kann er mit rhombischen Achsen indiziert werden[2]). Risörit enthält Ta z. T. für Nb.

b) Stibioniobit-Reihe. Wohl Isotypie.

Stibioniobit (Stibiocolumbit) $Sb(Nb, Ta)O_4$ Rhombisch

Stibiotantalit $Sb(Ta, Nb)O_4$ Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^9 - Pna2_1$
$a_0 = 4{,}93$ $b_0 = 5{,}55$ $c_0 = 11{,}80$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}888 : 1 : 2{,}126$ $Z = 4$

Bismutotantalit $Bi(Ta, Nb)O_4$ Rhombisch
$a_0 = 4{,}97$ $b_0 = 5{,}57$ $c_0 = 11{,}78$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}892 : 1 : 2{,}115$ $Z = 4$

Im Stibio- und Bismutotantalit ist Ta teilweise durch Nb ersetzt; im Stibioniobit herrscht Nb vor. Bezüglich der synthetischen Verbindungen $BiNbO_4$, $BiTaO_4$ und $BiSbO_4$ s. Aurivillius 1951[4]).

[1]) T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **9**. 1926. 23.
[2]) J. Berman, Ref. Am. Min. **38**. 1953. 330.
[3]) K. Dihlström, Z. anorg. Chem. **239**. 1938. 57.
[4]) G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1955. 241. – Vgl. B. Aurivillius, Ark. Kem. **3**. 1951. 153.

10.) Samarskit-Thoreaulith-Gruppe. Wohl mit Fergusonit verwandt.

Samarskit („Yttroniobit, Yttrocolumbit")	$(Y, Er)_4[(Nb, Ta)_2O_7]_3$	Rhombisch a : b : c = 0,5457 : 1 : 0,5178
Yttrotantalit (schwarz)[1])	$Y_4[Ta_2O_7]_3$	Rhombisch a : b : c = 0,5412 : 1 : 1,1330
Thoreaulith	$Sn[(Ta, Nb)_2O_7]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2_1/c$ $a_0 = 17{,}11$ $b_0 = 4{,}85$ $c_0 = 5{,}56$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}528 : 1 : 1{,}146$ $\beta = 90°54'$ $Z = 4$

Samarskit enthält noch Fe, Mn, Ce, $U^{\cdots\cdot}$, Th, Zr, Sn, Yttrotantalit Ca, $Fe^{\cdot\cdot}$, U, W, Sn. **Ishikawait** ist ein Samarskit mit 22 Gew.-% UO_2. **Loranskit,** eine oxydische Verbindung von $Nb^{\cdots\cdot\cdot}$, $Zr^{\cdots\cdot}$ und seltenen Erden, soll dem Samarskit ebenfalls ähnlich sein; desgleichen **Ampangabeit,** ein wahrscheinlich rhombisches, hydratisiertes Niobat und Titanat von Uran, Yttrium, Cerium, Eisen usw. (häufig in gesetzmäßigen Verwachsungen mit Columbit auftretend). **Hjelmit,** nur zersetzt bekannt, wohl im wesentlichen tantalsaures Ca, Fe, Mn, ist rhombisch mit a : b : c = 0,465 : 1 : 1,026. **Scheteligit,** $(Ca, Fe, Mn, Sb, Bi, Y)_2$ $(Ti, Ta, Nb, W)_2$ $(O, OH)_7$, kristallisiert rhombisch. **Plumboniobit (Plumbocolumbit),** angeblich amorph (wohl isotropisiert), ist wahrscheinlich $(Y, Yb, Gd)_2(Fe, Pb, Ca, U)$ $[Nb_2O_7]_2$.

„Samarskit-Wiikit", zum Unterschied von „Pyrochlor-Wiikit", kristallisiert rhombisch mit a : b : c = 0,536 : 1 : 0,528 und ist häufig isotropisiert; wegen der schwankenden Zusammensetzung (z. B. SiO_2 zwischen 2 und 16%) dürfte es sich wohl um Teilpseudomorphosen handeln. Das „Mineral" enthält viel Nb, Ta, Ti, Ytter- und Ceriterden, Uran usw. und ist stark radioaktiv.

[1]) „Gelber oder brauner Yttrotantalit" ist identisch mit Fergusonit.
[2]) J. Mélon & J. Toussaint, Bull. Soc. Geol. Belg. **74**. 1950. B 25.

11.) Baddeleyit-Uraninit-Gruppe.

Struktur: Deformierter Fluorittypus für Baddeleyit, idealer Fluorittypus für Uraninit und Thorianit. U und Th sind unbegrenzt diadoch.

a) **Baddeleyit** ZrO_2 Monoklin-prismatisch, pseudokubisch
$C_{2h}^5 - P2_1/c$
$a_0 = 5{,}22$ $b_0 = 5{,}27$ $c_0 = 5{,}38$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}991 : 1 : 1{,}021$ $\beta = 99°28'$
$Z = 4$

b) Uraninit-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, $O_h^5 - Fm3m$. $Z = 4$.

Synthetisch	CeO_2	$a_0 = 5{,}40$[2])
Cerianit	$(Ce, Th)O_2$	$a_0 = 5{,}42$[3])
Synthetisch	ThO_2	$a_0 = 5{,}5997$[4])
Thorianit	$(Th, U)O_2$	$a_0 = 5{,}540$—$5{,}564$[5])
Uraninit (Pechblende, Uranpecherz)	$(U, Th)O_2$	$a_0 = 5{,}449$—$5{,}540$[5])
Synthetisch	UO_2	$a_0 = 5{,}4682$[6])

ZrO_2 ist polymorph. Natürlich tritt als sog. **Zirkonglaskopf** und **Zirkon-Favas** auch eine wahrscheinlich optisch einachsige Modifikation auf. Synthetisch kennt man außer dem bis 1000° C stabilen Baddeleyit eine tetragonale Modifikation mit deformierter Fluoritstruktur ($a_0 = 5{,}08$, $c_0 = 5{,}17$) und eine hexagonale oder pseudohexagonale Modifikation mit $a_0 = 3{,}61$ und $c_0 = 7{,}90$. Letztere bildet sich bei lang andauerndem Erhitzen auf mindestens 1900° C.

Uraninit aus Pegmatiten ist meist Th-haltig und hat deshalb eine vergrößerte Gitterkonstante (5,49); auf hydrothermalen Gängen erfolgte offenbar stärkere Oxydation ($UO_2 \rightarrow U_3O_8$) und damit Verkleinerung der Gitterdimensionen (5,39)[5,9]). Uraninite mit diadochen Vertretungen sind: **Nivenit,** mit Cerit- und Yttererden; **Cleveit,** mit Y, Er, Ce, Th, Ar und He, $a_0 = 5{,}48$. Letzterer wandelt sich nach kurzem Glühen in das U_3O_8-Gitter um. **Aldanit**[7]) von Ostsibirien ist eine Varietät von Thorianit mit 14,9—20,4% UO_3 und 11,2—12,5% PbO. **Thucholith** ist ein kohleartiger Kohlenwasserstoff, dessen Asche U, Th, Ti und seltene Erden enthält, gelegentlich pseudomorph nach Würfeln von Uraninit[8]).

---

[1]) K. Yardley, Min. Mag. **21**. 1926. 169. – St. v. Náray-Szabó, Z. Krist. **94**. 1936. 414 (Struktur, SB. **4**. 9).

[2]) V. M. Goldschmidt, F. Ulrich & T. Barth, Geochem. Vert. Ges. IV. 1925.

[3]) A. R. Graham, Am. Min. **40**. 1955. 560.

[4]) H. E. Swanson & R. K. Fuyat, Nat. Bur. Stand. **535**. Bd. 2. 1953. 53. — E. R. Berman, Am. Min. **40**. 1955. 925. – W. P. Davey, Phys. Rev. **23**. 1924. 763 u. a.

[5]) S. C. Robinson & A. P. Sabina, Am. Min. **40**. 1955. 624. – Vgl. V. M. Goldschmidt & L. Thomassen, Vidensk. Skr. Mat. Nat. Kl. Oslo 1923. Nr. 2. – A. Schoep & V. Billiet, Bull. Soc. Geol. Belg. **58**. 1935. 198. – R. J. Arnott, Am. Min. **35**. 1950. 386. – R. E. Rundle, N. C. Baenziger, A. S. Wilson & R. A. McDonald, J. Am. Chem. Soc. **70**. 1948. 99. – E. Tavora, Anais Acad. Bras. Sci. **23**. 1952. 155. – E. J. Brooker & E. W. Nuffield, Am. Min. **37**. 1952. 363 u. a.

[6]) H. E. Swanson & R. K. Fuyat 1935, l. c. – E. R. Berman 1955, l. c. u. a.

[7]) M. M. Bespalow, Sowjet. Geol. **6**. 1941. 105.

[8]) C. Frondel 1955.

[9]) Vgl. F. Grönvold & H. Haraldsen, Nature **162**. 1948. 69.

E.) R_2O_5-, RO_3- und verwandte Verbindungen

1.) Vanadiumoxyde, ohne VO_4-Tetraeder (?).

Vanadinocker	V_2O_5	Erdiges, gelbliches Pulver
Synthetisch	V_2O_5	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13}—Pmmn $a_0 = 11{,}52$ $b_0 = 4{,}37$ $c_0 = 3{,}56$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}636 : 1 : 0{,}815$ $Z = 2$
Duttonit	$VO(OH)_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - I2/c$ $a_0 = 8{,}80$ $b_0 = 3{,}95$ $c_0 = 5{,}96$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}228 : 1 : 1{,}509$ $\beta = 90° \pm 1°$ $Z = 4$
Navajoit	$VO(OH)_3$	Monoklin $a_0 = 17{,}43$ $b_0 = 3{,}65$ $c_0 = 12{,}25$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}777 : 1 : 3{,}364$ $\beta = 97° \pm 30'$ $Z = 12$
Unbenannt	$V_2O_3 \cdot V_2O_4 \cdot 3H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 12{,}17$ $b_0 = 2{,}99$ $c_0 = 4{,}83$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}070 : 1 : 1{,}615$ $\beta = 98°15'$ $Z = 1$
Unbenannt	$V_2O_3 \cdot 2V_2O_4 \cdot 5H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 19{,}64$ $b_0 = 2{,}99$ $c_0 = 4{,}83$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 6{,}569 : 1 : 1{,}615$ $\beta = 103°55'$ $Z = 1$
Nolanit	$Fe_3^{\cdot\cdot}V_8O_{18}$	Hexagonal $a_0 = 5{,}85$ $c_0 = 9{,}29$ $c_0/a_0 = 1{,}588$[5])
Simplotit	$CaV_4O_9 \cdot 5H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3—C2/m $a_0 = 8{,}39$ $b_0 = 17{,}02$ $c_0 = 8{,}37$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}493 : 1 : 0{,}493$ $\beta = 90°\ 25'$ $Z = 4$

Alait, angeblich VO_2OH, ist nicht sichergestellt; **Corvusit,** $V_2O_4 \cdot 6V_2O_5 \cdot xH_2O$(?), bildet pechschwarze Imprägnationen in Sandstein; **Vanoxit,** $2V_2O_4 \cdot V_2O_5 \cdot 8H_2O$, tritt in braunschwarzen, vielleicht rhombischen Massen auf (vgl. Montroseit). Hierher gehören möglicherweise weitere V-Verbindungen aus der Abteilung VIII. E (sofern deren Strukturen keine VO_4 — Tetraeder enthalten). **Tantalocker** ist vielleicht Ta_2O_5.

---

[1]) A. Byström, K.-A. Wilhelmi & O. Brotzen, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1119. – Vgl. J. A. A. Ketelaar, Z. Krist. **95**. 1936. 9; Chem. Weekblad **33**. 1936. 51 (Struktur, SB. **4**. 22).

[2]) H. T. Evans & M. E. Mrose, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 47 (Struktur). – Erstbeschreibung durch M. E. Thompson, K. H. Roach & R. Meyrowitz, Science **123**. 1956. 990.

[3]) A. D. Weeks, M. E. Thompson & A. M. Sherwood, Science **119**. 1954. 326; Am. Min. **40**. 1955. 207. Die Gitterkonstanten sind nur aus Pulveraufnahmen abgeleitet.
[4]) H. T. Evans & M. E. Mrose, 1956, l. c. (Struktur).
[5]) W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 420. – S. C. Robinson, Geol. Surv. Canada, Bull. **31**. 1955. 128.
[6]) M. E. Thompson, K. H. Roach & R. Meyrowitz, Science **123**. 1956. 1078.

2.) Oxyde von Molybdän, Wolfram u.a.

Molybdit (Molybdänocker)	MoO_3[1])	Rhombisch a : b : c = 0,3872 : 1 : 0,4794
Synthetisch	MoO_3	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pbnm $a_0 = 3{,}96$ $b_0 = 13{,}85$ $c_0 = 3{,}70$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}286 : 1 : 0{,}267$ $Z = 4$
Synthetisch	α-WO_3	Monoklin-pseudorhombisch $a_0 = 7{,}29$ $b_0 = 7{,}49$ $c_0 = 3{,}83$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}973 : 1 : 0{,}511$ $\beta \sim 90°$ $Z = 4$
Synthetisch (bei 770° C)	WO_3	Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^{7} — P4/nmm $a_0 = 5{,}25$ $[110]_0 = 7{,}42$ $c_0 = 3{,}915$[4])
Tungstit (Wolframocker)	$WO_2(OH)_2$[5])	Rhombisch a : b : c = 0,6966 : 1 : 0,4026 (?)
Hydrotungstit[5]) (Meymacit?)	$WO_2(OH)_2 \cdot H_2O$	Monoklin

Ilsemannit, $Mo_3O_8 + aq. \pm H_2SO_4$, amorph, entspricht dem sogenannten blauen Molybdänoxyd. Der bisherige **Thorotungstit,** $2W_2O_3 \cdot H_2O + (ThO_2, Ce_2O_3, ZrO_2) + H_2O$, wahrscheinlich rhombisch, soll in Wirklichkeit **Yttrotungstit** mit (Y . . .) : (Ce . . .) = 3 : 1 sein[6]).

[1]) Eine neuere Formel ist $FeO \cdot 3\,MoO_3 \cdot 8\,H_2O$. – Gelbe Molybdänsäure, $MoO_3 \cdot 2\,H_2O$ (I. Lindquist, Struktur, SR. **13**. 257).
[2]) H. Braekken, Z. Krist. **78**. 1931. 484. – N. Wooster, Z. Krist. **80**. 1931. 504; Nature **127**. 1931. 93; **128**. 1931. 35.
[3]) H. Braekken 1931, l. c. – Vgl. A. Magnéli, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 88. – R. Ueda & T. Ichinokawa, Phys. Rev. **80**. 1950. 1106.
[4]) W. L. Kehl, R. G. Hay & D. Wahl, J. Appl. Phys. **23**. 1952. 212. – M. Foex & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **76**. 1953. 102, geben $a_0 = 7{,}44$, $c_0 = 3{,}88$, wobei das a_0 dem $[110]_0$ der obigen Aufstellung entspricht.
[5]) P. F. Kerr & F. Young, Am. Min. **29**. 1944. 192. – Vgl. auch P. Bourguignon, Ann. Soc. Geol. Belg. **67**. 1953. 189.
[6]) E. H. Beard, Colon. Geol. Min. Res. **1**. 1950. 50.

F.) Hydroxyde

Vergleich von Hydrargillit, Brucit und Diaspor

Die Formeln dieser Mineralien können zum besseren Vergleich folgendermaßen geschrieben werden: Hydrargillit = $Al_2(OH)_6$, Brucit = $Mg_3(OH)_6$, Diaspor = $Al_3O_3(OH)_3$. Die Strukturen bestehen aus (O, OH)-Teilchen in

hexagonal oder pseudohexagonal dichtester Packung; die oktaedrischen Koordinationszentren sind im Hydrargillit zu $^2/_6$ durch Al, im Brucit und Diaspor zu $^3/_6$ durch Mg und Al besetzt. Der hexagonalen Achse von Brucit $c_0 = 4{,}74$ Å entspricht bei Hydrargillit $c_0 = 9{,}72 = 2 \cdot 4{,}86$ Å, bei Diaspor $a_0 = 4{,}41$ Å. Der Achse $a_0 = 3{,}13$ Å von Brucit entspricht bei Hydrargillit $a_0 = 8{,}64 = 3 \cdot 2{,}88$ Å, bei Diaspor $c_0 = 2{,}84$ Å.

Beim Erhitzen geht Brucit in Periklas über mit einer trigonalen Achse parallel der ursprünglichen c-Achse; aus Diaspor und Goethit bilden sich Korund und Haematit mit hexagonal dichtester Kugelpackung der Sauerstoffe; aus Lepidokrokit (mit pseudokubischer Struktur) bildet sich bei geeigneter Temperatur spinellähnlich gebautes γ-Fe_2O_3.

1.) Hydrargillit-Lithiophorit-Gruppe.

Hydrargillit (Gibbsit z. T.) γ-$Al(OH)_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/n$
$a_0 = 8{,}64$ $b_0 = 5{,}07$ $c_0 = 9{,}72$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}704 : 1 : 1{,}917$ $\beta = 94°34'$ $Z = 8$

Lithiophorit $(Al, Li)(OH)_2 \cdot MnO_2$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C\,2/m$
$a_0 = 5{,}06$ $b_0 = 2{,}91$ $c_0 = 9{,}55$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}743 : 1 : 3{,}282$ $\beta = 100°30'$ $Z = 2$

Hydrargillit und Lithiophorit sind pseudohexagonal nach c [001]. Lithiophorit besitzt ebenfalls Schichtstruktur, speziell mit alternierenden Schichten $(Al, Li)(OH)_2$ und MnO_2, in welchen alle Kationen gegenüber OH bzw. O oktaedrisch koordiniert sind (man vergleiche auch die Gitterkonstanten der Glimmer). **Bayerit**, α-$Al(OH)_3$, metastabil, hexagonal, $a_0 = 5{,}02$, $c_0 = 4{,}77$, $Z = 2$[3]), soll in ungarischen Bauxiten vorkommen[3a]).

[1]) H. D. Megaw, Z. Krist. **87**. 1934. 185 (Struktur, SB. **3**. 38).
[2]) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **5**. 1952. 676 (Struktur).
[3]) V. Montoro, Ricerca Sci. Rom **13**. 1942. 565.
[3a]) T. G. Gedeon, Acta Geol. Acad. Sci. Hung. **4**. 1956. 95. – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **41**. 1956.

2.) Brucit-Reihe.

Ditrigonal-skalenoedrisch, $D_{3d}^3 - P\,\bar{3}m1$. Isotypie.

Brucit	$Mg(OH)_2$	$a_0 = 3{,}13$	$c_0 = 4{,}74$	$c_0/a_0 = 1{,}514$	$Z = 1$	$\alpha = 81°12'$[1])
Synthetisch	$Fe(OH)_2$	$a_0 = 3{,}25$	$c_0 = 4{,}48$	$c_0/a_0 = 1{,}378$	$Z = 1$[2])	
Transvaalit	$Co(OH)_2$	$a_0 = 3{,}20$	$c_0 = 4{,}67$	$c_0/a_0 = 1{,}459$	$Z = 1$[3])	
Synthetisch	$Ni(OH)_2$	$a_0 = 3{,}08$	$c_0 = 4{,}61$	$c_0/a_0 = 1{,}497$	$Z = 1$[4])	
Pyrochroit	$Mn(OH)_2$	$a_0 = 3{,}35$	$c_0 = 4{,}69$	$c_0/a_0 = 1{,}400$	$Z = 1$	$\alpha = 84°26'$[5])
Portlandit	$Ca(OH)_2$	$a_0 = 3{,}59$	$c_0 = 4{,}90$	$c_0/a_0 = 1{,}365$	$Z = 1$[6])	

Nemalith ist faseriger Brucit mit der Faserachse parallel der a-Achse oder senkrecht zur c-Achse[1a]). **Manganbrucit** besitzt größere Mn-Gehalte.

Zu Transvaalit gehören wahrscheinlich: **Heterogenit, Stainierit, Mindigit, Trieuit, Winklerit, Heubachit** und **Schulzenit**. Durch Erhitzen entstehen Cobaltspinelle, z. B. (Co, Cu)Co_2O_4.

Pyrochroit geht durch langsame Oxydation in Hydrohausmannit (Frondel 1953) und schließlich in Hausmannit Mn_3O_4 über (W. Epprecht 1946).

---

[1]) G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **41**. 1919. 407; Z. Krist. **56**. 1921. 506 (Struktur, SB. **1**. 161; 193). – Vgl. G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1921. 397. – [1a]) W. F. de Jong 1938 (SR. **8**. 139).

[2]) G. Natta & E. Casazza, Rend. Acc. Lincei. 1927. 803. – Vgl. L. M. Clark, A. G. M. Hedley & J. G. Robinson, J. Soc. Chem. Ind. **63**. 1944. 208.

[3]) G. Natta & A. Reina, Rend. Acc. Lincei **4**. 1926. 48 (für synthet. Verbindung).

[4]) G. Natta, Rend. Acc. Lincei **2**. 1925. 495.

[5]) G. Aminoff 1919, l. c. (Struktur, SB. **1**. 161; 195).

[6]) H. D. Megaw in C. E. Tilley, Min. Mag. **23**. 1933. 419, für künstliche Kristalle. – Vgl. G. R. Levi, Giorn. Chim. Industr. **6**. 1924. 333. – E. A. Harrington, Am. J. Sci. **13**. 1927. 467.

3.) Diaspor-Böhmit-Gruppe.

Dimorphie; beide Modifikationen sind rhombisch, ausgenommen Manganit, welcher monoklin-pseudorhombisch mit $\beta = 90°$ ist (Mügge 1922, Buerger 1936) und mit Groutit vergleichbare Gitterkonstanten besitzt.

a) Diaspor-Reihe. Rhombisch-dipyramidal. D_{2h}^{16} — Pbnm. Isotypie.

Diaspor	α-AlOOH	$a_0 = 4{,}41$ $b_0 = 9{,}40$ $c_0 = 2{,}84$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}469 : 1 : 0{,}302$ $Z = 4$
Goethit*)	α-FeOOH	$a_0 = 4{,}65$ $b_0 = 10{,}02$ $c_0 = 3{,}04$[2])
(Nadeleisenerz)		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}464 : 1 : 0{,}303$ $Z = 4$
Groutit	α-MnOOH	$a_0 = 4{,}58$ $b_0 = 10{,}76$ $c_0 = 2{,}89$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}426 : 1 : 0{,}268$ $Z = 4$
Montroseit	(V, Fe)OOH	$a_0 = 4{,}54$ $b_0 = 9{,}97$ $c_0 = 3{,}03$[4])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}455 : 1 : 0{,}304$ $Z = 4$
Paramontroseit	VO_2	$a_0 = 4{,}89$ $b_0 = 9{,}39$ $c_0 = 2{,}93$[5])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}521 : 1 : 0{,}312$ $Z = 4$
Ramsdellit	γ-MnO_2**)	$a_0 = 4{,}53$ $b_0 = 9{,}27$ $c_0 = 2{,}87$[6])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}489 : 1 : 0{,}309$ $Z = 4$

Anhang:

Manganit	γ-MnOOH	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $B\,2_1/d$
		$a_0 = 8{,}88$ $b_0 = 5{,}25$ $c_0 = 5{,}71$[7])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}691 : 1 : 1{,}088$
		$\beta = 90°$ $Z = 8$
		$a : b : c = 0{,}8441 : 1 : 0{,}5448$

b) Böhmit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal. D_{2h}^{17} — Amam. Isotypie.

Böhmit	γ-AlOOH	$a_0 = 3{,}69$ $b_0 = 12{,}2$ $c_0 = 2{,}86$[8])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}300 : 1 : 0{,}234$ $Z = 4$

Lepidokrokit (Rubinglimmer)	γ-FeOOH*)	$a_0 = 3{,}88$ $b_0 = 12{,}54$ $c_0 = 3{,}07$[9]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}309 : 1 : 0{,}245$ $Z = 4$

Kliachit (Alumogel) „AlOOH" + aq., tritt manchmal völlig rein und röntgenographisch amorph auf; **Bauxit** und der stark verunreinigte **Laterit** sind Gemenge von Böhmit, Hydrargillit, Diaspor, Alumogel, Eisenhydroxyd u. a. und gehören eigentlich zu den Sedimentgesteinen. **Mangandiaspor** ist ein Diaspor mit ca. 4 Gew.-% Mn_2O_3 und 2 Gew.-% Fe_2O_3.

Nadeleisenerz tritt häufiger auf als Rubinglimmer, insbesondere auch in den mehr strahlig-derben Varietäten gelförmiger Entstehung mit adsorbiertem H_2O: **Limonit** (**Brauneisenerz**, **Brauner Glaskopf**, gelber Ocker). Reichlich Fremdbeimengungen enthalten **Minette** (Brauneisenoolithe, konzentrisch-schaliger Bau, hirsekorngroß) und die **Bohnerze** (meist Brauneisen-, selten Roteisen-Roll- und Trümmererze, erbsen- bis eigroß); Minette enthält insbesondere Mangan und Phosphor. Nadeleisenerz besitzt in Oolithen merkwürdigerweise blätterige Ausbildung nach der Basis (Correns und v. Engelhardt 1941). Amorphes Brauneisen, am besten als **Siderogel** zu bezeichnen, tritt nach Böhm (1928) in Sumpf- und Wiesenerzen auf, scheint aber relativ selten zu sein. **Stilpnosiderit**, von schlackiger Ausbildung, ist teilweise amorph. — Bei strahlig-derber Entwicklung von Nadeleisenerz ist c_0 die Faserrichtung (untersucht für braunen Glaskopf von Horbach und Xanthosiderit von Friedrichroda).

Hierher gehört vielleicht auch **Ranciéit** $(Ca, Mn^{\cdot\cdot})Mn_4^{\cdot\cdot\cdot\cdot}O_9 \cdot 3H_2O$ (?).

---

*) „Goethit" bedeutete zwar im ursprünglichen Sinn γ-FeOOH, wird aber jetzt fast allgemein wie hier angewandt.

[1]) M. Deflandre, Bull. Soc. Franç. Min. **55**. 1932. 140 (Struktur, SB. **2**. 46). – Vgl. K. Takané, Proc. Imp. Acad. Jap. **9**. 1933. 113. – F. J. Ewing, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 203. (Struktur, SR. **10**. 98). – W. Hoppe, Z. Krist. **103**. 1940. 73; **104**. 1942. 11 (Struktur, SR. **9**. 150).

[2]) S. Goldsztaub, Bull. Soc. Franç. Min. **58**. 1935. 6 (Struktur, SB. **3**. 372). – Vgl. J. Böhm, Z. Krist. **68**. 1928. 567. – M. A. Peacock, Trans. Roy. Soc. Canada **36**. 1942. 107. – W. Hoppe, 1940/42, l. c. (Struktur).

[3]) R. L. Collin & W. H. Lipscomb, Acta Cryst. **2**. 1949. 104 (Struktur, SR. **12**. 152).

[4]) A. D. Weeks, E. Cisney & A. M. Sherwood, Am. Min. **38**. 1953. 1235. – H. T. Evans & S. Block, Am. Min. **38**. 1953. 1242 (Struktur).

[5]) H. T. Evans & M. E. Mrose, Am. Min. **40**. 1955. 861.

**) Siehe Einschaltung: Übersicht der MnO_2-Modifikationen.

[6]) A. M. Byström, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 163 (Struktur, SR. **12**. 151).

[7]) M. J. Buerger, Z. Krist. **95**. 1936. 163 (Struktur, SB. **4**. 28). – Vgl. W. F. de Jong, Natuurw. Tijdschr. **12**. 1930. 69. – A. Ferrari & A. Scherillo, Z. Krist. **78**. 1931. 496. – J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **58**. 1935. 224.

[8]) P. P. Reichertz & W. J. Yost, J. Chem. Phys. **14**. 1946. 495 (Struktur, SR. **10**. 99). – Vgl. S. Goldsztaub, Bull. Soc. Franç. Min. **59**. 1936. 348. – T. Takeuchi, J. Jap. Ass. Min. **27**. 1942. 240.

[9]) F. J. Ewing, J. Chem. Phys. **3**. 1935. 420 (Struktur, SB. **3**. 66). – S. Goldsztaub 1935, l. c. – M. A. Peacock 1942, l. c.

4.) Sassolin-Quenselit-Gruppe.

Sassolin $B(OH)_3$
Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$
$a_0 = 7{,}04$ $b_0 = 7{,}05$ $c_0 = 6{,}58$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}999 : 1 : 0{,}933$
$\alpha = 92°35'$ $\beta = 101°10'$ $\gamma = 119°50'$ $Z = 4$

Chalkophanit $ZnMn_3O_7 \cdot 3H_2O$
Triklin $C_i^1 - P\,1$, pseudotrigonal
$a_0 = 7{,}54$ $b_0 = 7{,}54$ $c_0 = 8{,}22$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}000 : 1 : 1{,}090$
$\alpha = 90°$ $\beta = 117°12'$ $\gamma = 120°$
Morpholog.: Ditrigonal-skalenoedrisch
$c/a = 3{,}527$ $\alpha = 44°55'$

Quenselit $PbO \cdot MnOOH$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
$a_0 = 9{,}13$ $b_0 = 5{,}68$ $c_0 = 5{,}61$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}607 : 1 : 0{,}988$

Hydrocalumit $2Ca(OH)_2 \cdot Al(OH)_3 \cdot 3H_2O$
Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P\,2_1$
$a_0 = 9{,}6$ $b_0 = 11{,}4$ $c_0 = 16{,}87$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}842 : 1 : 1{,}480$ $\beta = 111°$ $Z = 8$

Chalkophanit hat Schichtstruktur und ist tafelig sowie gut spaltbar nach der Basis.

[1]) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **88**. 1934. 150, pseudohexagonale Blättchenebene ist c (001); Acta Cryst. **7**. 1954. 305 (Struktur).
[2]) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **8**. 1955. 165 (Struktur).
[3]) A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **19**. A. 1945. Nr. 5 (Struktur, SR. **10**. 119).
[4]) H. D. Megaw in C. E. Tilley, Min. Mag. **23**. 1934. 607.

Uranyl-Hydroxyde

5.) Becquerelit-Reihe. Becquerelit und Billietit sind homöotyp.

Ianthinit $[UO_2|(OH)_2]$
Rhombisch
$a_0 = 7{,}08$ $b_0 = 11{,}25$ $c_0 = 20{,}98$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}629 : 1 : 1{,}865$

Epiianthinit (?) $[UO_2|(OH)_2] \cdot H_2O$
Rhombisch
$a_0 = 7{,}17$ $b_0 = 11{,}46$ $c_0 = 15{,}20$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}626 : 1 : 1{,}311$ $Z = 8$

Masuyit $[UO_2|(OH)_2] \cdot H_2O$
Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^4 - Pcna$
$a_0 = 14{,}09$ $b_0 = 12{,}08$ $c_0 = 14{,}27$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}166 : 1 : 1{,}181$

Becquerelit $6[UO_2|(OH)_2] \cdot 4H_2O$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^5-Pmma
$a_0 = 13{,}92$ $b_0 = 12{,}45$ $c_0 = 15{,}09$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}118 : 1 : 1{,}212$ $Z = 4$

Billietit $6[UO_2|(OH)_2]\cdot Ba(OH)_2\cdot 4H_2O$

Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^5-Pmma

$a_0 = 13{,}98$ $b_0 = 12{,}08$ $c_0 = 15{,}06$[5])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}184 : 1 : 1{,}251$ $Z = 4$

---

[1]) C. Bignand, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 1. Neue Formel wäre $7UO_{2,83}\cdot 3CaO\cdot 2CO_2\cdot 10H_2O$.

[2]) A. Schoep & S. Stradiot, Am. Min. **32**. 1947. 344. – Gitterkonstanten nach J. W.-Frondel & F. Cuttitta, Am. Min. **39**. 1954. 1018.

[3]) Vaes 1947; H. Brasseur, Bull. Soc. Sci. Liège **19**. 1950. 239. – J. W.-Frondel (1953) findet für einen Masuyit etwas abweichende Eigenschaften, $a_0 = 13{,}90$, $b_0 = 12{,}31$, $c_0 = 14{,}92$.

[4]) J. W.-Frondel & F. Cuttitta, Am. Min. **38**. 1953. 1019 (Formel: $7UO_3\cdot 11H_2O$). – Vgl. auch Schoep 1922, Billiet & de Jong 1935, Schoep & Stradiot 1948, Brasseur 1948.

[5]) Vaes 1947, Gitterkonstanten nach J. W.-Frondel und F. Cuttitta, Am. Min. **38**. 1953. 1019 (Formel: $BaO\cdot 6UO_3\cdot 11H_2O$). – H. Brasseur (1949), $a_0 = 7{,}12$, $b_0 = 12{,}10$, $c_0 = 15{,}12$.

6.) Fourmarierit-Reihe. Wohl Homöotypie.

Schoepit $8[UO_2|(OH)_2]\cdot 8H_2O$

Rhombisch-dipyramidal

$a_0 = 14{,}43$ $b_0 = 16{,}92$ $c_0 = 14{,}78$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}853 : 1 : 0{,}874$ $Z = 4$

Vandendriesscheit $8[UO_2|(OH)_2]\cdot Pb(OH)_2\cdot 4H_2O$

Rhombisch

$a_0 = 14{,}12$ $b_0 = 16{,}80$ $c_0 = 14{,}72$[2])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}840 : 1 : 0{,}876$ $Z = 4$ (?)

Fourmarierit $8[UO_2|(OH)_2]\cdot 2Pb(OH)_2$

Rhombisch

$a_0 = 14{,}10$ $b_0 = 16{,}75$ $c_0 = 14{,}55$[3])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}842 : 1 : 0{,}869$ $Z = 4$

Paraschoepit ist mit Schoepit identisch.[1a])

---

[1]) V. Billiet & W. F. de Jong, Natuurw. Tijdschr. **17**. 1935. 157.

[1a]) J. W.-Frondel, priv. Mitt. 1954.

[2]) J. F. Vaes, Bull. Soc. Geol. Belg. **70**. 1947. 212. – Gitterkonstanten: C. Frondel, unpubl.

[3]) H. Brasseur, Am. Min. **33**. 1948. 619.

7.) Vandenbrandeit-Curit-Gruppe.

Vandenbrandeit $[UO_2|(OH)_2]\cdot Cu(OH)_2$

Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$

$a_0 = 7{,}86$ $b_0 = 5{,}44$ $c_0 = 6{,}10$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}445 : 1 : 1{,}121$

$\alpha = 91°52'$ $\beta = 102°00'$ $\gamma = 89°37'$

$Z = 2$

Clarkeit $Na_2U_2O_7$ Optisch zweiachsig[2])

Curit $3PbO \cdot 8UO_3 \cdot 4H_2O$ Rhombisch $Pna2_1$ oder Pnam
$a_0 = 12{,}50$ $b_0 = 13{,}01$ $c_0 = 8{,}40$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}961 : 1 : 0{,}646$ $Z = 2$

Clarkeit von Rajputana hat die Zusammensetzung $(Na_{0,53}Ca_{0,26}Pb_{0,26}Th_{0,06}U_{0,02}H_2O_{0,88})U_2(O_{6,93}H_2O_{0,07})$; er ist isotyp mit synthetischen $Na_2U_2O_7$ und $CaU_2O_7 \cdot xH_2O$. **Uranosphärit,** $[UO_2 \mid (OH)_2 \mid BiOOH]$, kristallisiert rhombisch. **Richetit** (Vaes 1947) bildet pseudohexagonale Plättchen mit guter basaler Spaltbarkeit.

Gummit[4]) ist ein gummiartig aussehendes Gemenge von Uranmineralien, vorzugsweise der Becquerelit-Fourmarierit-Gruppe, so Fourmarierit, Vandendriesscheit, Becquerelit, Schoepit, aber auch Clarkeit und Curit; „Gummit" stellt das erste Umwandlungs- (Oxydations- und Hydratations-) Produkt des Uraninites dar, bildet also die innere Umwandlungszone um das frische Uranpecherz, während die folgende (äußere) Zone aus Uranylsilikaten, wie Uranophan, Kasolit, auch aus Soddyit, Sklodowskit und unidentifizierten Mineralien besteht. Die alleräußerste Zone bildet gelegentlich das Uranylcarbonat Rutherfordin.

[1]) J. H. Milne & E. W. Nuffield, Am. Min. **36**. 1951. 394.
[2]) Vgl. J. W. Gruner, Am. Min. **39**. 1954. 836.
[3]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, U. S. Geol. Surv. TEI – 507. 1955. – Vgl. auch Schaub in Dana 1944 sowie C. Bignand 1955, l. c.
[4]) Vgl. C. Frondel, Am. Min. **41**. 1956. 539.

G.) Arsenite, Selenite, Tellurite und Jodate

1.) Arsenite.

Armangit $Mn_3[AsO_3]_2$ Hexagonal (C_{3v}, D_3 oder D_{3d})
$a_0 = 13{,}47$ $c_0 = 8{,}74$ $c_0/a_0 = 0{,}650$[1]) $Z = 9$

Trigonit $Pb_3MnH[AsO_3]_3$ Monoklin-domatisch $C_s^2 - Pn$
$a_0 = 7{,}26$ $b_0 = 6{,}81$ $c_0 = 11{,}09$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}066 : 1 : 1{,}631$
$\beta = 91°49'$ $Z = 2$

Magnussonit $(Mn, Mg, Cu)_5[(OH, Cl) \mid (AsO_3)_3]$ Kubisch
$a_0 = 16{,}05$ $Z = 16$[3])

Finnemanit $Pb_5[Cl \mid (AsO_3)_3]$ Hexagonal-pyramidal $C_6^6 - P6_3$
$a_0 = 10{,}23$ $c_0 = 6{,}98$ $c_0/a_0 = 0{,}682$[4]) $Z = 2$

Die Raumgruppe von Armangit ist $C_{3v}^5 - R3m$, $D_3^7 - R32$ oder $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$.

[1]) G. Aminoff, Svensk. Vetensk. Handl. **11**. 1933. 19.
[2]) C. W. Wolfe & C. Frondel 1946 in Dana **2**. 1951. 1032.
[3]) O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. **2**. 1956. 133.
[4]) G. Aminoff & A. L. Parsons, Geol. Fören. Förh. **49**. 1927. 438. – O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. **2**. 1955. 1 (Struktur).

2.) Selenite und Tellurite.

Chalkomenit $Cu[SeO_3]\cdot 2H_2O$ Rhombisch-disphenoidisch $D_2^4 - P2_12_12_1$
$a_0 = 6{,}66$ $b_0 = 9{,}12$ $c_0 = 7{,}37$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}730 : 1 : 0{,}808$ $Z = 4$

Ahlfeldit $Ni[SeO_3]\cdot 2H_2O$ Triklin (?)

Emmonsit $Fe_2[TeO_3]_3\cdot 2H_2O$ Monoklin oder rhombisch

Mackayit $Fe_2[TeO_3]_3\cdot xH_2O$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{20} - I4_1/acd$
$a_0 = 11{,}72$ $c_0 = 14{,}98$ $c_0/a_0 = 1{,}278$[2])

Molybdomenit ist angeblich ein rhombisches Bleiselenit, **Kobaltomenit** ein monoklines Co-Selenit[3]), Mackayit (Frondel & Pough 1944) stammt von Goldfield, Nevada, $H = 4^1/_2$, $D = 4{,}86$, $\omega = 2{,}19$, $\varepsilon = 2{,}21$, Farbe oliv- bis braungrün.

[1]) H. Berman in Ch. Palache, Am. Min. **22**. 1937. 790. 1123.
[2]) C. Frondel & F. H. Pough, Am. Min. **29**. 1944. 211.
[3]) Wahrscheinlich mit Ahlfeldit identisch. J.Goni & C.Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **76**. 1953. 422.

3.) Jodate.

Lautarit $Ca[JO_3]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 7{,}19$ $b_0 = 11{,}40$ $c_0 = 7{,}33$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}631 : 1 : 0{,}643$
$\beta = 106°22'$ $Z = 4$

Dietzeit $Ca_2[CrO_4 \mid (JO_3)_2]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ (?)
$a_0 = 10{,}18$ $b_0 = 7{,}31$ $c_0 = 14{,}06$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}393 : 1 : 1{,}923$
$\beta = 106°32'$ $Z = 4$

Schwartzembergit $Pb_5[Cl_3O_3 \mid JO_3]$ Rhombisch-pseudotetragonal $c/a = 0{,}430$

Salesit $Cu[JO_3OH]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
$a_0 = 6{,}71$ $b_0 = 4{,}79$ $c_0 = 10{,}79$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}401 : 1 : 2{,}253$ $Z = 4$

Bellingerit $Cu_3[JO_3]_6\cdot 2H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 7{,}23$ $b_0 = 7{,}84$ $c_0 = 7{,}94$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}922 : 1 : 1{,}013$
$\alpha = 105°06'$ $\beta = 96°57^1/_2$ $\gamma = 92°55'$
$Z = 1$

Salesit ist wahrscheinlich homöotyp mit Olivin $(Mg, Fe)_2SiO_4$.

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **75**. 1930. 410.
[2]) W. E. Richmond in Ch. Palache & O. W. Jarrell, Am. Min. **24**. 1939. 388.
[3]) H. Berman & C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 505.

V.

Klasse der Nitrate, Carbonate, Borate

Übersicht:

A.) Nitrate sowie wasserfreie Carbonate ohne fremde Anionen

1.) Gruppe der Nitrate	$NaNO_3$, KNO_3 ...
2.) Nahcolith-Kalicinit-Gruppe	$NaHCO_3$, $KHCO_3$.
3.) Calcit-Reihe	$CaCO_3$.
4.) Dolomit-Reihe	$CaMg[CO_3]_2$.
5.) Aragonit-Reihe	$CaCO_3$.
6.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe	$Na_2Mg[CO_3]_2$, $(Ce, La, Nd)_2(Mg, Fe)[CO_3]_4$.

B.) Wasserfreie Carbonate mit fremden Anionen

Mit mittelgroßen Kationen:

1.) Azurit-Hydrozinkit-Gruppe	$Cu_3[OH \mid CO_3]_2$, $Zn_5[(OH)_3 \mid CO_3]_2$.

Mit mittelgroßen und sehr großen Kationen:

2.) Dawsonit-Northupit-Gruppe	$NaAl[(OH)_2 \mid CO_3]$, $Na_3Mg[Cl \mid (CO_3)_2]$.

Mit sehr großen Kationen:

3.) Bastnäsit-Hydrocerussit-Gruppe	$Ce[F \mid CO_3]$, $Pb_3[OH \mid CO_3]_2$.
4.) Phosgenit-Bismutit-Gruppe	$Pb_2[Cl_2 \mid CO_3]$, $Bi_2[O_2 \mid CO_3]$.

C.) Wasserhaltige Carbonate ohne fremde Anionen

Mit mittelgroßen Kationen:

1.) Nesquehonit-Lansfordit-Gruppe	$MgCO_3 \cdot 3\,H_2O$, $MgCO_3 \cdot 5\,H_2O$.

Mit sehr großen Kationen:

2.) Thermonatrit-Soda-Gruppe	$Na_2CO_3 \cdot H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$.
3.) Calkinsit-Lanthanit-Gruppe	$(Ce, La, \ldots)_2[CO_3]_3 \cdot 4\,H_2O$, $(La, Dy, Ce)_2[CO_3]_3 \cdot 8\,H_2O$.

D.) Wasserhaltige Carbonate mit fremden Anionen

Mit mittelgroßen Kationen:

1.) Hydromagnesit-Artinit-Gruppe	$Mg_5[OH \mid (CO_3)_2]_2 \cdot 4H_2O$,
	$Mg_2[(OH)_2 \mid CO_3] \cdot 3H_2O$.
2a) Sjögrenit-Reihe	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16} \mid CO_3] \cdot 4H_2O$;
b) Pyroaurit-Reihe	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16} \mid CO_3] \cdot 4H_2O$.

Mit sehr großen Kationen:

3.) Alumohydrocalcit-Ankylit-Gruppe	$CaAl_2[(OH)_4 \mid (CO_3)_2] \cdot 3H_2O$ . . .
4.) Gruppe der Uranyl-Carbonate	$[UO_2 \mid CO_3] \cdot H_2O$,
	$Ca_2[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 10H_2O$.

E.) Wasserfreie Borate

1.) Ascharit-Roweit-Gruppe	$MgHBO_3$, $CaMn[HBO_3]_2$.
2.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe	$AlBO_3$, $Mg_3[BO_3]_2$.
3.) Warwickit-Ludwigit-Gruppe	$(Mg, Fe)_3Ti[O \mid BO_3]_2$,
	$(Mg, Fe'')_2Fe'''[O_2 \mid BO_3]$.
4.) Rhodizit-Boracit-Gruppe	$KNaLi_4Al_4[Be_3B_{10}O_{27}]$, $Mg_3[Cl \mid B_7O_{13}]$.
5.) Sinhalit	$MgAl[BO_4]$.

F.) Wasserhaltige Borate

1.) Pinnoit-Paternoit-Gruppe	$MgB_2O_4 \cdot 3H_2O$, $MgB_8O_{13} \cdot 4H_2O$.
2.) Kernit-Borax-Gruppe	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$.
3.) Larderellit-Ulexit-Gruppe	$NH_4B_5O_8 \cdot 2^1/_2H_2O$, $NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$.
4.) Inderit-Colemanit-Gruppe	$Mg_2B_6O_{11} \cdot 15H_2O$, $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$.
5.) Hilgardit-Sulfoborit-Gruppe	$Ca_8[Cl_4 \mid (B_6O_{11})_3] \cdot 4H_2O$,
	$Mg_3[SO_4 \mid B_2O_5] \cdot 4^1/_2H_2O$.
6.) Bandylith-Cahnit-Gruppe	$Cu[Cl \mid B(OH)_4]$, $Ca_2[AsO_4 \mid B(OH)_4]$.

A.) Nitrate sowie wasserfreie Carbonate ohne fremde Anionen

1.) Gruppe der Nitrate.

Die Verwandtschaft der Nitrate mit den Carbonaten kommt am besten in der Isotypie zum Ausdruck, die sowohl zwischen Nitronatrit und Calcit als auch zwischen Nitrokalit und Aragonit besteht.

Nitronatrit $NaNO_3$
(Natronsalpeter, Sodaniter)

Ditrigonal-skalenoedrisch $D^6_{3d} - R\bar{3}c$
$a_{rh} = 6{,}49$ $\alpha = 102°40'$ $Z = 4$
$a'_{rh} = 6{,}33$ $\alpha' = 47°15'$ $Z = 2$[1])

Nitrokalit (Kalisalpeter, Niter)	KNO_3	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pcmn $a_0 = 5{,}43$ $b_0 = 9{,}19$ $c_0 = 6{,}46$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}591 : 1 : 0{,}703$ $Z = 4$
Nitrammit (Ammonsalpeter)	NH_4NO_3—IV	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13} — Pmmn $a_0 = 5{,}76$ $b_0 = 5{,}46$ $c_0 = 4{,}97$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}055 : 1 : 0{,}910$ $Z = 2$
Nitrobaryt (Barytsalpeter)	$Ba[NO_3]_2$	Kubisch T_h^6 — Pa3 (T^4 — $P2_13$) $a_0 = 8{,}13$ $Z = 4$[4])
Gerhardtit	$Cu_2[(OH)_3 \mid NO_3]$	Rhombisch-disphenoidisch D_2^4 — $P2_12_12_1$ $a_0 = 5{,}56$ $b_0 = 6{,}07$ $c_0 = 13{,}71$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}916 : 1 : 2{,}258$ $Z = 4$
Likasit	$Cu_6[(OH)_7 \mid (NO_3)_2 \mid PO_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^9 — Pcma $a_0 = 5{,}79$ $b_0 = 6{,}72$ $c_0 = 21{,}65$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}862 : 1 : 3{,}222$ $Z = 2$
Darapskit	$Na_3[SO_4 \mid NO_3] \cdot H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1{,}5258 : 1 : 0{,}7514$ $\beta = 102°55'$

Magnesiasalpeter (Nitromagnesit) ist wahrscheinlich $Mg[NO_3]_2 \cdot 2H_2O$; **Kalksalpeter (Nitrocalcit),** wohl $Ca[NO_3]_2 \cdot 4H_2O$, kristallisiert monoklin.

Von NH_4NO_3 kennt man synthetisch fünf Modifikationen[7]): M—I (oberhalb 125° C) ist kubisch, M—II (zwischen 125 und 84,2° C) ist tetragonal, M—III (zwischen 84,2 und 32,2° C) ist rhombisch, M—IV (zwischen 32,2 und — 18° C) ist ebenfalls rhombisch, M—V (unterhalb — 18° C) ist tetragonal; eine weitere Umwandlung vollzieht sich bei — 60° C.

[1]) R. W. G. Wyckoff, Phys. Rev. **16**. 1920. 149, für künstliche Kristalle. – (Vgl. SR. **11**. 360, 361).

[2]) D. A. Edwards, Z. Krist. **80**. 1930. 154, für künstliche Kristalle. – W. Borchert, Z. Krist. **95**. 1936. 28 (Polymorphie). – (Vgl. SR. **11**. 362, rhomboedr. Hochtemperatur-Modifikation).

[3]) S. B. Hendricks, E. Posnjak, F. C. Kracek, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2766. – Vgl. C. D. West, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2256.

[4]) L. Vegard & L. Bilberg, Skr. Oslo. Mat.-Nat. Kl. 1931. Nr. 12.

[5]) K. Kohler, Z. Krist. **106**. 1955. 474.

[6]) A. Schoep, W. Borchert & K. Kohler, Bull. Soc. Franç. Min. **78**. 1955. 83.

[7]) S. B. Hendricks, E. Posnjak & F. C. Kracek, J. Am. Chem. Soc. **54**. 1932. 2766.

2.) Nahcolith-Kalicinit-Gruppe.

Nahcolith	$NaHCO_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/n$ $a_0 = 7{,}53$ $b_0 = 9{,}72$ $c_0 = 3{,}54$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}775 : 1 : 0{,}364$ $\beta = 93°19'$ $Z = 4$
Kalicinit	$KHCO_3$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$ $a_0 = 15{,}04$ $b_0 = 5{,}70$ $c_0 = 3{,}69$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}639 : 1 : 0{,}647$ $\beta = 103°25'$ $Z = 4$

Teschemacherit NH_4HCO_3 Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{10} — Pccn
$a_0 = 7{,}30$ $b_0 = 10{,}81$ $c_0 = 8{,}78$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}675 : 1 : 0{,}812$ $Z = 8$

[1]) W. H. Zachariasen, J. Chem. Phys. **1**. 1933. 634 (Struktur, SB. **3**. 86).
[2]) J. Dhar, Current Science **4**. 1936. 867, für künstliche Kristalle. – Vgl. auch J. Nitta, Y. Tomiie & Ch. H. Koo, Acta Cryst. **5**. 1952. 292 (Struktur) und P. Herpin, C. R. Acad. Sci. **234**. 1952. 2205.
[3]) R. C. L. Mooney, Phys. Rev. **39**. 1932. 861, für künstliche Kristalle.

Calcit- und Aragonit-Reihe

In der Calcit-Reihe sind Verbindungen der relativ kleinen Kationen Mg, Zn, Co, Fe und Mn vorhanden, in der Aragonit-Reihe solche der relativ großen Kationen Sr, Ba und Pb; Ca steht seiner Größe nach zwischen den beiden Reihen und ermöglicht somit die Polytypie von $CaCO_3$. In der Calcit-Reihe tritt unbegrenzte Diadochie (Mg, Zn, Co, Fe) auf, die sich z. T. noch auf Mn erstreckt, aber nicht oder kaum mehr auf Ca; zwischen Rhodochrosit und Calcit besteht unbegrenzte Mischbarkeit.

Außer den Mischkristallen — mit struktureller Gleichwertigkeit von Mg, Zn, Co bzw. Sr, Ba, Pb usw. — treten die Doppelverbindungen Dolomit, Ankerit, Kutnahorit und Barytocalcit auf, in denen die Kationen im Verhältnis 1 : 1 in zwei verschieden große Arten aufgeteilt sind; dadurch wird die Gesamtsymmetrie dieser Mineralien niedriger als die der Reinverbindungen und Mischkristalle. Huntit, mit Ca : Mg = 1 : 3, kristallisiert rhombisch.

Im Strukturtypus Calcit sind die Kationen von sechs O, im Strukturtypus Aragonit von neun O umgeben.

3.) Calcit-Reihe. Ditrigonal-skalenoedrisch. D_{3d}^6 — R3c. Isotypie und weitgehende Mischbarkeit. Dem morphologischen Einheitsrhomboeder von Calcit mit $\alpha = 101°55'$ entspricht strukturell eine „flächenzentrierte Zelle" mit der Translationsperiode $2 \times 6{,}42$ Å. a'_{rh} entspricht der Kantenlänge des morphologischen Rhomboeders 4041 und strukturell der kleinsten Elementarzelle.

Magnesit	$MgCO_3$	$a_{rh} = 5{,}85$	$\alpha = 103°20'$	$Z = 4$[1])
(Bitterspat)		$a'_{rh} = 5{,}62$	$\alpha' = 48°10'$	$Z = 2$
Smithsonit	$ZnCO_3$	$a_{rh} = 5{,}88$	$\alpha = 103°30'$	$Z = 4$[2])
(Zinkspat)		$a'_{rh} = 5{,}63$	$\alpha' = 48°20'$	$Z = 2$
Sphaerokobaltit	$CoCO_3$	$a_{rh} = 5{,}92$	$\alpha = 103°22'$	$Z = 4$[3])
(Kobaltspat)		$a'_{rh} = 5{,}72$	$\alpha' = 48°14'$	$Z = 2$
Siderit	$FeCO_3$	$a_{rh} = 6{,}03$	$\alpha = 103°05'$	$Z = 4$[4])
(Eisenspat)		$a'_{rh} = 5{,}83$	$\alpha' = 47°45'$	$Z = 2$
Rhodochrosit	$MnCO_3$	$a_{rh} = 6{,}02$	$\alpha = 102°50'$	$Z = 4$[5])
(Manganspat)		$a'_{rh} = 5{,}85$	$\alpha' = 47°20'$	$Z = 2$

Otavit (Cadmiumspat)	$CdCO_3$	$a_{rh} = 6{,}31$	$\alpha = 102°30'$	$Z = 4$
		$a'_{rh} = 6{,}12$	$\alpha' = 47°24'$	$Z = 2$[6])
Calcit (Kalkspat)	$CaCO_3$	$a_{rh} = 6{,}42$	$\alpha = 101°55'$	$Z = 4$[7])
		$a'_{rh} = 6{,}37$	$\alpha' = 46°07'$	$Z = 2$

Als Mischkristalle der Calcit-Reihe wurden beobachtet: Ferromagnesit (Mesitinspat); Ferrosmithsonit, Mangansmithsonit; Zinksiderit, Mangansiderit, Calciumsiderit; Zinkrhodochrosit, Ferrorhodochrosit, Ferrozinkrhodochrosit; Kalkrhodochrosit; Zinkocalcit (?), Kobaltcalcit (?), Mangancalcit, Strontiumcalcit und Bariumcalcit. Im Rhodochrosit ist vollkommene Diadochie (Mn, Ca, Fe) möglich, unvollkommene zwischen Mn und Mg (Wayland 1942).

Plumbocalcit, von gleicher morphologischer Symmetrie wie Calcit, ist ein anomaler Mischkristall von Calcit und Cerussit (Siegl 1938).

Gel-Magnesit und **Gel-Calcit** sind $MgCO_3$ und $CaCO_3$ angeblich in kolloidalem Zustand. **Vaterit** ist eine hexagonale, von Calcit und Aragonit verschiedene Modifikation von $CaCO_3$ ($a_0 = 4{,}12$, $c_0 = 8{,}53$, $c_0/a_0 = 2{,}070$, $Z = 2$[8])). Er tritt nach K. Mayer (1931) im allgemeinen primär bei der Bildung von Gastropodenschalen auf und geht mit zunehmendem Alter in Aragonit und später in Calcit über.

---

[1]) G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1924. 516. – J. Brentano & W. E. Dawson, Phil. Mag. **3**. 1927. 411. – K. Schoklitsch, Z. Krist. **90**. 1935. 433.

[2]) G. R. Levi & A. Ferrari, 1924, l. c. – V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1932. 53.

[3]) A. Ferrari & C. Colla, Rend. Acc. Lincei. **10**. 1929. 594. – M. Baccaredda, Rend. Acc. Lincei. **16**. 1932. 248.

[4]) R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **50**. 1920. 317. – K. Schoklitsch, Z. Krist. **90**. 1935. 433.

[5]) R. W. G. Wyckoff 1920. – V. M. Goldschmidt & H. Hauptmann 1932.

[6]) W. H. Zachariasen, Skr. Norske Vidensk. Akad. 1928. Nr. 4. – A. Ferrari & C. Colla, Gazz. Chim. Ital. **66**. 1936. 571. – P. Ramdohr & H. Strunz, Zbl. Min. 1941. 97.

[7]) Präzisionsmessungen für Calcit: $a'_{rh} = 6{,}3748 \pm 0{,}0005$ Å, $\alpha' = 46°05'$; hexagonale Zelle $a_0 = 4{,}9898 \pm 0{,}0003$ Å, $c_0 = 17{,}060 \pm 0{,}005$ Å, $c_0/a_0 = 3{,}4190 = 4 \cdot 0{,}8547_5$, bei 18° C (K. W. Andrews, Min. Mag. **29**. 1950. 85); morphologisch $c/a = 0{,}854$. – Vgl. W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1914. 246. 468 (Struktur, SB. **1**. 292). – E. Schiebold, Abh. Sächs. Akad. Wiss. **36**. 1919. 68. – R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **50**. 1920. 317. – A. H. Compton & Mitarb., Phys. Rev. **25**. 1925. 618. – J. A. Bearden, Phys. Rev. **38**. 1931. 1389. 2089. – Zur Mischkristallbildung siehe A. Ferrari & C. Colla, Gazz. chim. Ital. **66**, 1936. 571. – Ph. Krieger, Am. Min. **15**. 1930. 23. – C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 316. – Weitere Literatur im Strukturbericht.

[8]) S. v. Olshausen, Z. Krist. **61**. 1925. 463.

4.) Dolomit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch. C_{3i}^2 — R 3. Isotypie und weitgehende Mischbarkeit Mg, Fe, Mn.

Dolomit	$CaMg[CO_3]_2$	$a_{rh} = 6{,}19$	$\alpha = 102°50'$	$Z = 2$[1])
		$a'_{rh} = 6{,}01$	$\alpha' = 47°30'$	$Z = 1$

Ankerit	$CaFe[CO_3]_2$	$a_{rh} = 6{,}19$	$\alpha = 102°31'$	$Z = 2$[1])
		$a'_{rh} = 6{,}06$	$\alpha' = 46°58'$	$Z = 1$
Kutnahorit	$CaMn[CO_3]_2$	$a'_{rh} = 6{,}12$	$\alpha' = 46°38'$	$Z = 1$
		$a_0 = 4{,}85$	$c_0 = 16{,}34$	$Z = 3$[2])

Anhang:

Huntit $CaMg_3[CO_3]_4$ Rhombisch
$a_0 = 5{,}66$ $b_0 = 9{,}02$ $c_0 = 8{,}51$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}628 : 1 : 0{,}944$ $Z = 2$

Als Protodolomit werden synthetische Übergangsglieder zwischen Dolomit mit geordneter CaMg-Verteilung und Mg-reichem Calcit mit völlig ungeordneter CaMg-Verteilung bezeichnet[4]). **„Gel-Dolomit"** soll amorph sein.

---

[1]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **89** A. 1914. 246; 468 (Strukturtyp, SB. **1**. 303). – R. W. G. Wyckoff & H. E. Merwin, Am. J. Sci. **8**. 1924. 447. – J. A. Wasastjerna, Comm. Phys. Math. Soc. Fenn. **11**. 1924. 14. – Vgl. G. R. Levi & A. Ferrari, Rend. Acc. Lincei. **33**. 1924. 516. – L. Garrabos, Bull. Soc. Franç. Min. **49**. 1926. 110. – F. Halla, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien **139**. 1930. 683.

[2]) C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **40**. 1955. 748.

[3]) G. T. Faust, Am. Min. **38**. 1953. 4.

[4]) D. L. Graf & J. R. Goldsmith, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 42 A.

5.) Aragonit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal. D_{2h}^{16} — Pmcn. $Z = 4$. Isotypie.

Aragonit	$CaCO_3$	$a_0 = 4{,}95$ $b_0 = 7{,}96$ $c_0 = 5{,}73$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}622 : 1 : 0{,}720$
Strontianit	$SrCO_3$	$a_0 = 5{,}13$ $b_0 = 8{,}42$ $c_0 = 6{,}09$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}609 : 1 : 0{,}723$
Witherit	$BaCO_3$	$a_0 = 5{,}26$ $b_0 = 8{,}85$ $c_0 = 6{,}55$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}594 : 1 : 0{,}740$
Cerussit	$PbCO_3$	$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}47$ $c_0 = 6{,}11$[4])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}608 : 1 : 0{,}721$

Mischkristalle der Aragonitreihe sind: **Bariumaragonit (Alstonit,** $a_0 = 5{,}00$, $b_0 = 8{,}79$, $c_0 = 6{,}12$[5]), **Bleiaragonit (Tarnowitzit,** $a_0 = 4{,}98$, $b_0 = 8{,}03$, $c_0 = 5{,}80$[6]), **Calciumstrontianit (Emmonit)**. Tarnowitzit besteht nach O'Daniel (1930) zum Teil aus mikroskopisch feinen zonaren Verwachsungen der mehr oder minder reinen Endkomponenten. **Zinkaragonit (Nicholsonit)** soll bis 10% Zn enthalten.

Anhang:

Barytocalcit $BaCa[CO_3]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ (?)
$a_0 = 8{,}17$ $b_0 = 5{,}23$ $c_0 = 6{,}59$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}562 : 1 : 1{,}260$
$\beta = 106°08'$ $Z = 2$

Zellform und -größe von Barytocalcit erinnern an die Struktur von $KClO_3$ mit verdoppelter Gitterkonstante a_0 (Strukturbericht **2**. 394).

[1]) W. L. Bragg, Proc. Roy. Soc. **105**. 1924. 16 (Struktur, SB. **1**. 295). – R. W. G. Wyckoff, Am. J. Sci. **9**. 1925. 145. (Z. Krist. **61**. 1925. 425).
[2]) T. A. Wilson, Phys. Rev. **31**. 1928. 305, für künstliche Kristalle.
[3]) T. A. Wilson 1928, l. c. – Vgl. M. Y. Colby & L. J. B. La Coste, Z. Krist. **90**. 1953. 1 (Struktur).
[4]) SB. **1**. 1928. 339. – Vgl. M. Y. Colby & L. J. B. La Coste, Z. Krist. **84**. 1933. 299 (Struktur, SB. **3**. 84). – G. A. Lindsay & H. C. Hoyt, Z. Krist. **100**. 1938. 360.
[5]) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 321.
[6]) W. Siegl, Z. Krist. **99**. 1938. 95.
[7]) B. Goßner & F. Mußgnug, l. c. 220.

6.) Eitelit-Sahamalith-Gruppe.

Eitelit[1]) $Na_2Mg[CO_3]_2$ Hexagonal

„Fairchildit“[2]) $K_2Ca[CO_3]_2$ Aus Baumaschen von Waldbränden

Shortit $Na_2Ca_2[CO_3]_3$ Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{14}—C 2mm
$a_0 = 7{,}11$ $b_0 = 10{,}99$ $c_0 = 4{,}99$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}647 : 1 : 0{,}454$ $Z = 2$

Sahamalith $(Ce, La, Nd)_2(Mg, Fe)[CO_3]_4$
Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$
$a_0 = 5{,}92$ $b_0 = 16{,}21$ $c_0 = 4{,}63$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}365 : 1 : 0{,}286$
$\beta = 106°45'$ $Z = 2$

Burbankit $Na_2(Ca, Sr, Ba, Ce, La)_4[CO_3]_5$
Dihexagonal-dipyramidal
D_{6h}^4 – $P6_3/mmc$
$a_0 = 10{,}53$ $c_0 = 6{,}47$[5])
$c_0/a_0 = 0{,}614$ $Z = 2$

[1]) C. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **40**. 1955. 326.
[2]) C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **32**. 1947. 607.
[3]) W. E. Richmond, Am. Min. **26**. 1941. 629. – F. E. Wickman, Ark. Min. Geol. **1**. 1949. 95 (Struktur, SR. **12**. 241).
[4]) H. W. Jaffe, R. Meyrowitz & H. T. Evans, Am. Min. **38**. 1953. 741.
[5]) W. T. Pecora & J. H. Kerr, Am. Min. **38**. 1953. 1169.

B.) Wasserfreie Carbonate mit fremden Anionen

1.) Azurit-Hydrozinkit-Gruppe. Malachit und Rosasit sind offenbar isotyp.

Azurit $Cu_3[OH\,|\,CO_3]_2$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$
$a_0 = 4{,}97$ $b_0 = 5{,}84$ $c_0 = 10{,}29$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}851 : 1 : 1{,}762$
$\beta = 92°24'$ $Z = 2$

Malachit $Cu_2[(OH)_2|CO_3]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 9{,}48$ $b_0 = 12{,}03$ $c_0 = 3{,}21$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}788 : 1 : 0{,}267$
$\beta = 98 \pm {}^1/_2{}^\circ$ $Z = 4$

Rosasit $(Cu, Zn)_2[(OH)_2|CO_3]$ Monoklin
$a_0 = 9{,}42$ $b_0 = 12{,}27$ $c_0 = 3{,}36$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}768 : 1 : 0{,}274$
$\beta = ?$ $Z = 4$

Hydrozinkit (Zinkblüte) $Zn_5[(OH)_3|CO_3]_2$ Monoklin
$a_0 = 13{,}48$ $b_0 = 6{,}32$ $c_0 = 5{,}37$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}133 : 1 : 0{,}850$
$\beta = 95°30'$ $Z = 2$

Aurichalcit (Messingblüte) $(Zn, Cu)_5[(OH)_3|CO_3]_2$ Rhombisch B-zentriert
$a_0 = 27{,}84(?)$ $b_0 = 6{,}41(?)$ $c_0 = 5{,}25$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}343 : 1 : 0{,}819$ $Z = 4$

Loseyit $(Mn, Zn)_7[(OH)_5|CO_3]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 14{,}95$ $b_0 = 5{,}56$ $c_0 = 16{,}25$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}689 : 1 : 2{,}923$
$\beta = 95°24'$ $Z = 4$

Bleimalachit (monoklin?), soll $PbCu_3[(OH)_2|(CO_3)_3]$ sein. Die Struktur von Aurichalcit geht offenbar durch Gitterverzwillingung aus derjenigen von Hydrozinkit hervor (a_0 und b_0 von Aurichalcit sind hier gegenüber der üblichen Orientierung vertauscht).

---

[1]) H. Brasseur, Z. Krist. **82**. 1932. 195 (Struktur, SB. **2**. 81).
[2]) A. F. Wells, Acta Cryst. **4**. 1951. 200 (Struktur). – L. S. Ramsdell & C. W. Wolfe, Am. Min. **35**. 1950. 119. – Vgl. auch H. Brasseur, l. c.
[3]) C. Lauro, Per. Min. Ital. **9**. 1938. 105.
[4]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **32**. 1947. 207.
[5]) C. Frondel & C. W. Wolfe 1947 (in Dana **2**. 1951. 249).
[6]) C. W. Wolfe & C. Frondel 1946 (in Dana **2**. 1951. 244).

2.) Dawsonit-Northupit-Gruppe. Northupit und Tychit sind offenbar homöotyp.

Dawsonit $NaAl[(OH)_2|CO_3]$ Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{22}—Ima2
$a_0 = 6{,}73$ $b_0 = 10{,}36$ $c_0 = 5{,}58$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}650 : 1 : 0{,}539$ $Z = 4$

Northupit $Na_3Mg[Cl|(CO_3)_2]$ Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^7—Fd3m
$a_0 = 14{,}02$ $Z = 16$[2])

Tychit $Na_6Mg_2[SO_4|(CO_3)_4]$ Kubisch $O_h^7 - Fd3m$ (?)
$a_0 = 13{,}90$ $Z = 8$[2])

Bradleyit, $Na_3Mg[PO_4|CO_3]$, optisch anisotrop mit $\alpha \sim 1{,}49$, $\gamma \sim 1{,}52$, wurde 1941 in einem Bohrloch im Sweetwater County, USA, gefunden.

---

[1]) C. Lauro, Atti. Acc. Nat. Ital. **3**. 1941. 146.

[2]) H. Shiba & T. Watanabé, C. R. Acad. Sci. Paris **193**. 1931. 1421, für künstliche Kristalle (Struktur, SB. **2**. 80). – Vgl. B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455.

3.) Bastnäsit-Hydrocerussit-Gruppe. Homöotypie.

Bastnäsit $Ce[F|CO_3]$ Ditrigonal-dipyramidal D_{3h}^4 — P 62c
$a_0 = 7{,}16$ $c_0 = 9{,}79$ $c_0/a_0 = 1{,}367$[1]) $Z = 6$

Parisit $CaCe_2[F_2|(CO_3)_3]$ Trigonal-pyramidal C_3^4 — R 3
$a_0 = 7{,}18$ $c_0 = 84{,}1$ $c_0/a_0 = 9 \cdot 1{,}301$[2])
$Z = 18$

Röntgenit $Ca_2Ce_3[F_3|(CO_3)_5]$ Trigonal-pyramidal C_3^4 — R 3
$a_0 = 7{,}13$ $c_0 = 69{,}4$ $c_0/a_0 = 9{,}734$ $Z = 9$[3])

Synchisit $CaCe[F|(CO_3)_2]$ Rhombisch oder monoklin mit $\beta = 90°$
Pseudohexagonale Zelle:
$a_0 = 7{,}11$ $c_0 = 54{,}7$ $c_0/a_0 = 6 \cdot 1{,}282$[4])
$Z = 18$

Doverit $CaY[F|(CO_3)_2]$ Pulverdiagramm ähnlich Synchisit[5])

Kordylit $Ba(Ce, La, Nd)_2[F_2|(CO_3)_3]$
Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^4—P $6_3/mmc$(?)
$a_0 = 7{,}55$ $c_0 = 22{,}8$ $c_0/a_0 = 2 \cdot 1{,}510$ $Z = 6$[6])

Anhang:

Hydrocerussit $Pb_3[OH|CO_3]_2$ Hexagonal (-rhomboedrisch?)
$a_0 = 8{,}99$ $c_0 = 23{,}8$ $c_0/a_0 = 2 \cdot 1{,}33$ $Z = 3$[7])

Kischtymit ist vielleicht ein Bastnäsit mit OH für F und relativ mehr La. **Ambatoarinit,** angeblich rhombisch, hat vielleicht die Formel $Sr(Ce,La,Nd)[O|(CO_3)_3]$ und wäre somit ein Strontiumoxyparisit.

---

[1]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **38**. 1953. 932 (Struktur). – I. Oftedal, Z. Krist. **78**. 1931. 462 (SB. **2**. 75).

[2]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, l. c. – I. Oftedal (1931) gibt für Parisit $c_0 = 27{,}99$ an, für Synchisit $c_0 = 18{,}24$. – Vgl. auch R. L. Parker & E. Brandenberger, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **26**. 1946. 12.

[3]) G. Donnay, Am. Min. **38**. 1953. 868.

[4]) G. Donnay & J. D. H. Donnay 1953, l. c. – Vgl. Fußnote 2).

[5]) W. L. Smith, J. Stone, D. D. Riska & H. Levine, Science **122**. 1955. 31.

[6]) I. Oftedal, Z. Krist. **79**. 1931. 437 (Strukturschema, vgl. SB. **2**. 75). – Vgl. G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 116 A.

[7]) C. W. Wolfe 1946 (in Dana **2**. 1951. 270). – Für synthet. Kristalle: P. Kokkoros & K. Vassiliadis, Tscherm. Min Petr. Mitt. **3**. 1953. 298 ($a_0 = 5{,}24$, $c_0 = 23.74$ Å; es besteht die Beziehung: $2 \cdot 5{,}24 \cdot \cos 30° = 9{,}08$ Å); – J. M. Cowley, Acta Cryst. **9**. 1956. 391 ($a_0 = 9{,}06$, $c_0 = 24{,}8 = 3 \cdot 8{,}27$, Struktur: Schichtengitter); – G. Katz & L. Reed ($a_0 = 9{,}09$, $c_0 = 24{,}89$).

4.) Phosgenit-Bismutit-Gruppe. Bismutit und Beyerit sind homöotyp.

Phosgenit $Pb_2[Cl_2|CO_3]$ Tetragonal-trapezoedrisch
$a_0 = 8{,}15$ $c_0 = 8{,}87$ $c_0/a_0 = 1{,}088$ $Z = 4$[1])

Bismutit $Bi_2[O_2|CO_3]$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
$a_0 = 3{,}87$ $c_0 = 13{,}69$ $c_0/a_0 = 3{,}537$ $Z = 2$[2])

Kettnerit $CaBi[OF|CO_3]$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{7} - P4/nmm$
$a_0 = 3{,}79$ $c_0 = 13{,}59$[3]) $Z = 2$

Beyerit $CaBi_2[O|CO_3]_2$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
$a_0 = 3{,}79$ $c_0 = 21{,}81$ $c_0/a_0 = 5{,}755$ $Z = 2$[4])

Phosgenit weist morphologisch die Symmetrie D_4 auf, für die Struktur können D_{4h}^5, C_{4v}^9, D_{2d}^7 (Sillén & Pettersson 1945) und, bei spezieller Punktlagenbesetzung, vielleicht auch D_4^2 in Betracht kommen.

[1]) L. G. Sillén & R. Pettersson, Norsk. Geol. Tidskr. **24**. 1945. 79; Ark. Kemi **21**. 1945. 1 (Strukturvorschlag, SR. **10**. 140). – Vgl. I. Oftedal, Norsk. Geol. Tidskr. **24**. 1945. 79. – E. Onorato, Per. Min. **5**. 1934. 37.

[2]) A. Lagercrantz & L. G. Sillén, Ark. Kemi **25**. 1948. 1 (Struktur, SR. **11**. 308).

[3]) L. Zak & W. Syneček, Časopis min. geol. **1**. Nr. 3. 1956. 195.

[4]) C. Frondel, Am. Min. **28**. 1943. 521. – Vgl. A. Lagercrantz & L. G. Sillén, l. c. (Struktur, SR. **11**. 319).

C.) Wasserhaltige Carbonate ohne fremde Anionen

1.) Nesquehonit-Lansfordit-Gruppe.

Nesquehonit $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 7{,}68$ $b_0 = 5{,}39$ $c_0 = 12{,}00$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}425 : 1 : 2{,}226$
$\beta = 90°45'$ $Z = 4$

Lansfordit $MgCO_3 \cdot 5H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$ (?)
$a_0 = 12{,}50$ $b_0 = 7{,}57$ $c_0 = 7{,}35$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}651 : 1 : 0{,}971$ $\beta = 101°49'$

Nesquehonit erscheint durch polysynthetische Zwillingsbildung nach (001) rhombisch und wurde früher als tatsächlich rhombisch beschrieben[3]).

[1]) M. R. Kinsolving, C. MacGillavry & R. Pepinsky, Ref. Am. Min. **35**. 1950. 127.

[2]) M. Fenoglio, Per. Min. **4**. 1933. 443.

[3]) M. Fenoglio, Per. Min. **6**. 1935. 1.

2.) Thermonatrit-Soda-Gruppe.

Thermonatrit $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^1 - Pmmm$
$a_0 = 10{,}74$ $b_0 = 6{,}45$ $c_0 = 5{,}25$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}665 : 1 : 0{,}814$ $Z = 4$

Soda (Natrit, Natron) $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 1{,}4186 : 1 : 1{,}4828$ $\beta = 122°20'$

Trona	$Na_3H[CO_3]_2 \cdot 2H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 20{,}41$ $b_0 = 3{,}49$ $c_0 = 10{,}31$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 5{,}848 : 1 : 2{,}954$ $\beta = 106°20'$ $Z = 4$
Pirssonit	$Na_2Ca[CO_3]_2 \cdot 2H_2O$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{19} - Fdd2$ $a_0 = 11{,}32$ $b_0 = 20{,}06$ $c_0 = 6{,}00$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}564 : 1 : 0{,}299$ $Z = 8$
Gaylussit	$Na_2Ca[CO_3]_2 \cdot 5H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1{,}4897 : 1 : 1{,}4442$ $\beta = 101°33'$
Bütschliit	$K_6Ca_2[CO_3]_5 \cdot 6H_2O$	Aus Baumaschen von Waldbränden[4])

Chalkonatronit[5]), $Na_2Cu[CO_3]_2 \cdot 3H_2O$, soll monoklin-pseudohexagonal kristallisieren.

[1]) M. Y. Colby & J. P. Harper, Z. Krist. **89**. 1934. 191. – J. P. Harper, Z. Krist. **95**. 1936. 266 (Struktur, SB. **4**. 42).
[2]) C. J. Brown, H. S. Peiser & A. Turner-Jones, Acta Cryst. **2**. 1949. 167.
[3]) H. T. Evans, Am. Min. **33**. 1948. 261.
[4]) C. Milton & J. M. Axelrod, Am. Min. **32**. 1947. 607.
[5]) C. Frondel & R. J. Gettens, Science **122**. 1955. 75.

3.) Calkinsit-Lanthanit-Gruppe.

Calkinsit	$(Ce, La, ..)_2[CO_3]_3 \cdot 4H_2O$	Rhombisch-disphenoidisch $D_2^3 - P2_122_1$ $a_0 = 9{,}57$ $b_0 = 12{,}65$ $c_0 = 8{,}94$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}757 : 1 : 0{,}707$ $Z = 4$
Lanthanit	$(La, Dy, Ce)_2[CO_3]_3 \cdot 8H_2O$	Rhombisch-dipyramidal $a_0 = 9{,}52$ $b_0 = 17{,}1$ $c_0 = 9{,}02$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}557 : 1 : 0{,}527$ $Z = 4$

Tengerit (Ytterit) soll ein wasserhaltiges Yttriumcarbonat sein.

[1]) W. T. Pecora & J. H. Kerr, Am. Min. **38**. 1953. 1169.
[2]) C. W. Wolfe & C. Frondel (in Dana **2**. 1951. 241).

D.) Wasserhaltige Carbonate mit fremden Anionen

1.) Hydromagnesit-Artinit-Gruppe.

Hydromagnesit	$Mg_5[OH \mid (CO_3)_2]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin-pseudorhombisch „$D_2^5 - C222_1$“ $a_0 = 18{,}58$ $b_0 = 9{,}06$ $c_0 = 8{,}42$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}051 : 1 : 0{,}929$ $\beta = 90°$ $Z = 4$

Artinit	$Mg_2[(OH)_2\,|\,CO_3]\cdot 3H_2O$	Monoklin-sphenoidisch C_2^3–C2 $a_0 = 16{,}69$ $b_0 = 3{,}15$ $c_0 = 6{,}21$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 5{,}299 : 1 : 1{,}971$ $\beta = 99°45'$ $Z = 2$
Brugnatellit	$Mg_6Fe^{\cdots}[(OH)_{13}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal $a_0 = 5{,}48$ $c_0 = 16{,}00$[3]) $c_0/a_0 = 2{,}920$ $Z = 4$
Zaratit	$Ni_3[(OH)_4\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Kubisch $a_0 = 6{,}16$ $Z = 1$[4])

Giorgiosit ist ähnlich Hydromagnesit, gibt aber ein abweichendes Röntgenogramm (Caillère 1943).

[1]) J. Murdoch, Am. Min. **39**. 1954. 24. – M. Fenoglio, Per. Min. **7**. 1936. 257, fand bei Annahme rhombischer Symmetrie $a_0 = 9{,}34$, $b_0 = 9{,}00$, $c_0 = 8{,}44$, D_{2h}^1 – Pmmm.

[2]) H. Heritsch, Zbl. Min. 1940. 25. Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1948. 150. – M. Fenoglio, Per. Min. **13**. 1942. 1. — P. M. de Wolf, Acta Cryst. **5**. 1952. 286 (C_{2h}^3–C2/m; Struktur). – Nach de Jong $a_0 = 16{,}56$, $b_0 = 3{,}15$, $c_0 = 6{,}22$.

[3]) M. Fenoglio, Per. Min. **9**. 1938. 1.

[4]) M. Fenoglio, Per. Min. **5**. 1934. 33.

2.) Sjögrenit-Pyroaurit-Gruppe.

Dimorphie; in Abhängigkeit von der Schichtfolge gibt es jeweils eine hexagonale und eine rhomboedrische Strukturvariante. Die Gitterkonstanten sind mit Brucit ($a_0 = 3{,}12$, $c_0 = 4{,}73$) vergleichbar.

a) Sjögrenit-Reihe. Isotypie.

Manasseit	$Mg_6Al_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6{,}13$ $c_0 = 15{,}37$ $Z = 1$[1])
Barbertonit	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6{,}18$ $c_0 = 15{,}55$ $Z = 1$[1])
Sjögrenit	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal $a_0 = 6{,}21$ $c_0 = 15{,}60$ $Z = 1$[1])

b) Pyroaurit-Reihe. Isotypie.

Hydrotalkit	$Mg_6Al_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6{,}14$ $c_0 = 46{,}24$ $Z = 3$[1])
Stichtit	$Mg_6Cr_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6{,}19$ $c_0 = 46{,}47$ $Z = 3$[1])
Pyroaurit	$Mg_6Fe_2[(OH)_{16}\,|\,CO_3]\cdot 4H_2O$	Hexagonal-rhomboedrisch $a_0 = 6{,}20$ $c_0 = 46{,}63$ $Z = 3$[1])

Die hexagonalen und hexagonal-rhomboedrischen Modifikationen kommen sehr oft eng vermischt vor und sind z. T. so orientiert, daß $\{0001\}\,[10\bar{1}0]_{rh}$ parallel $\{0001\}\,[10\bar{1}0]_{hex}$ liegen.

Namaqualith, von angeblich ähnlicher Zusammensetzung wie Pyroaurit, hat Cu für Mg. Vielleicht gehört auch **Wiserit** als entsprechende Mn-Verbindung

hierher[2]). Nitrat-Hydrotalkit, analog dem „Carbonat-Hydrotalkit" wurde synthetisch hergestellt[3]).

[1]) C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 295.
[2]) Vgl. W. Epprecht, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **26**. 1946. 19.
[3]) D. M. Roy, R. Roy & E. F. Osborn, Am. J. Sci. **251**. 1953. 355.

3.) Alumohydrocalcit-Ankylit-Gruppe.

Alumohydrocalcit $CaAl_2[(OH)_4 \mid (CO_3)_2] \cdot 3H_2O$?
Monoklin, faserig
Kreideartige Aggregate

Callaghanit $CaMg_4Cu_4[(OH)_7 \mid CO_3]_2 \cdot 2H_2O$
Monoklin $C_{2h}^6 - A2/a$ ($C_s^4 - Aa$)
$a_0 = 8{,}24$ $b_0 = 11{,}80$ $c_0 = 10{,}06$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}698 : 1 : 0{,}8525$
$\beta = 107°18'$ $Z = 2$

Ankylit $Sr_3(Ce, La, Dy)_4[(OH)_4 \mid (CO_3)_7] \cdot 3H_2O$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}916 : 1 : 0{,}9174$[2])

Dundasit $PbAl_2[(OH)_4 \mid (CO_3)_2] \cdot 2H_2O$(?) ?

Im **Calcio-Ankylit** herrscht Ca gegenüber Sr vor.

[1]) C. W. Beck & J. H. Burns, Am. Min. **39**. 1954. 630.
[2]) G. Flink 1901; nach S. G. Gordon (1925) ist $a : b : c = 0{,}571 : 1 : 0{,}534$.

4.) Gruppe der Uranyl-Carbonate.

Rutherfordin $[UO_2 \mid CO_3]$ Rhombisch $D_{2h}^{13} - Pmmn$ oder $C_{2v}^7 - Pm2_1n$
$a_0 = 4{,}84$ $b_0 = 9{,}20$ $c_0 = 4{,}29$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}526 : 1 : 0{,}466$
$Z = 2$

Sharpit $[UO_2 \mid CO_3] \cdot H_2O$ Rhombisch (?)

Bayleyit $Mg_2[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 18H_2O$ Monoklin $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 26{,}65$ $b_0 = 15{,}31$ $c_0 = 6{,}53$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}741 : 1 : 0{,}427$
$\beta = 93°04'$ $Z = 4$

Swartzit[2]) $CaMg[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 12H_2O$ Monoklin $C_{2h}^2 - P2_1/m$
($C_2^2 - P2_1$?)
$a_0 = 11{,}12$ $b_0 = 14{,}72$ $c_0 = 6{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}755 : 1 : 0{,}458$
$\beta = 99°26'$ $Z = 2$

Liebigit (**Uranothallit**) $Ca_2[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 10H_2O$ Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^{17} - Bba2$
$a_0 = 16{,}71$ $b_0 = 17{,}55$ $c_0 = 13{,}79$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}952 : 1 : 0{,}786$
$Z = 8$

Andersonit $Na_2Ca[UO_2|(CO_3)_3]\cdot 6H_2O$ Hexagonal-rhomboedrisch
$C_{3i}^2 - R\bar{3}$ ($C_3^4 - R3$?)
$a_0 = 18{,}04$ $c_0 = 23{,}90$[4])
$c_0/a_0 = 1{,}325$ $Z = 18$
$a_{rh} = 13{,}11$ $\alpha = 86°56'$ $Z = 6$

Voglit $Ca_2Cu[UO_2|(CO_3)_4]\cdot 6H_2O$ (?) Triklin

Rabbittit $Ca_3Mg_3[(UO_2)|(OH)_2|(CO_3)_3]_2\cdot 18H_2O$
Monoklin, nadelig nach c
a_0=32,6(?) b_0=23,8(?) c_0=9,45[5])
$\beta \sim 90°$ $Z = 8$

Schröckingerit $NaCa_3[UO_2|F|SO_4|(CO_3)_3]\cdot 10H_2O$
Rhombisch-dipyramidal
D_{2h}^{19} — Cmmm
$a_0 = 9{,}69$ $b_0 = 16{,}83$ $c_0 = 14{,}26$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}576 : 1 : 0{,}847$
$Z = 4$

Schröckingerit geht beim Trocknen über Schwefelsäure über in: $NaCa_3[UO_2|F|SO_4|(CO_3)_3]\cdot 4H_2O$, hexagonal, $a_0 = 9{,}72$, $c_0 = 11{,}03$[6]). **Studtit** ist ein hydratisiertes Uranylcarbonat von noch unbekannter Formel, faserig, wahrscheinlich rhombisch[7]).

---

[1]) C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Science **121**. 1955. 472 (Struktur). – Vgl. D. T. Cromer & P. E. Harper, Acta Cryst. **8**. 1955. 847.

[2]) J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata, Am. Min. **36**. 1951. 1.

[3]) H. T. Evans & C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 251. Identität von Liebigit, Flutherit und Uranothallit. – D. Appleman, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 20 (Struktur).

[4]) J. M. Axelrod, F. S. Grimaldi, C. Milton & K. J. Murata 1951, l. c.

[5]) M. E. Thompson, A. D. Weeks & A. M. Sherwood, US. Geol. Surv. Bull. **1009B**. 1954.

[6]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **39**. 1954. 901. – Vgl. V. Ross, Am. Min. **40**. 1955. 515.

[7]) J. F. Vaes, Bull. Soc. Geol. Belg. **70**. 1947. B212.

E.) Wasserfreie Borate

1.) Ascharit-Roweit-Gruppe.

Szaibelyit, Magnesiumsussexit und Sussexit sind isotyp (Gruner 1932); die Identität von Szaibelyit mit Ascharit, β-Ascharit und Camsellit wurde von Schaller (1942) nachgewiesen; die Formel ist erstmalig für Ascharit richtig angegeben worden (van 't Hoff 1907).

Ascharit $MgHBO_3$ Rhombisch (?)
(Szaibelyit, Camsellit, β-Ascharit)

Magnesiumsussexit $(Mg, Mn)HBO_3$ Rhombisch (?)

Sussexit $MnHBO_3$ Rhombisch (?)

Roweit	$CaMn[HBO_3]_2$	Rhombisch
		$a_0 = 8{,}29$ $b_0 = 9{,}03$ $c_0 = 6{,}63$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}918 : 1 : 0{,}734$ $Z = 4$

Magnesiumsussexit enthält 29,3% MgO und 23,5% MnO; im Sussexit und Roweit sind für Mn z. T. Mg und Zn vorhanden; zwischen beiden Mineralien bestehen wohl Beziehungen wie zwischen Magnesit und Dolomit oder Olivin und Monticellit.

---

[1]) H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **22**. 1937. 301.

2.) Jeremejewit-Kotoit-Gruppe.

Nordenskiöldin ist isotyp mit Dolomit und enthält planare Baugruppen BO_3.

Jeremejewit	$Al(B,H_3)O_3$	Hexagonal-dipyram. (?) C_{6h}^2—$P6_3/m$
		$a_0 = 8{,}56$ $c_0 = 8{,}18$ $c_0/a_0 = 0{,}956$[1])
		$c/a = 0{,}6836 \cdot 7/5 = 0{,}957$ $Z = 12$
Kotoit	$Mg_3[BO_3]_2$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12}—Pnmn
		$a_0 = 5{,}42$ $b_0 = 8{,}44$ $c_0 = 4{,}52$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}642 : 1 : 0{,}536$
Nordenskiöldin	$CaSn[BO_3]_2$	Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\bar{3}$
		$a_0 = 4{,}86$ $c_0 = 15{,}95$ $c_0/a_0 = 3{,}282$[3])
		$a_{rh} = 6{,}01$ $\alpha' = 47°42'$ $Z = 1$

Die Formel von Jeremejewit ist nach Below & Mitarbeitern $Al_6B_5O_{15}(OH)_3$ mit $Z = 2$. Die Elementarzelle befindet sich in der gleichen Orientierung wie bei Websky (1884); es ist lediglich c mit 7/5 zu multiplizieren (H. S. 1938), wobei Webskys (70$\bar{7}$5) zu (10$\bar{1}$1) und (14$\bar{5}$3) wohl zu (14$\bar{5}$4) wird. **Eichwaldit,** den Kern der Jeremejewitkristalle bildend und wohl von gleicher Zusammensetzung wie diese, ist infolge innerer Spannungen optisch zweiachsig, stimmt aber röntgenographisch mit Jeremejewit überein. Die Gitterkonstanten von Jeremejewit sind mit denen von B_2O_3 vergleichbar ($a_0 = 4{,}325$, $c_0 = 8{,}317$, $C_3^2 - P3_1$ und $C_3^3 - P3_2$, Berger 1952).

Die Struktur von Kotoit soll Analogien zu Olivin aufweisen. Isotyp damit ist synthetisches $Co_3[BO_3]_2$[2a]).

---

[1]) N. I. Golowastikow, J. N. Belowa & N. W. Below, Akad. Wiss. USSR. **84**. 1955. 405 (Struktur). — Vgl. B. Goßner & O. Kraus 1934; H. Strunz 1938; J. J. Schafranowski, W. J. Michejew & W. A. Mokijewski 1952. — Nach C. Frondel (Dana **2**. 1951. 330) ist mit dem Oszilloskop ein Piezoeffekt wahrnehmbar.

[2]) T. Watanabé, Fortschr. Min. **23**. 1939. — R. Sadanaga, X-Rays, Osaka **5**. 1948. 2 (Struktur, SR. **11**. 425). — [2a]) S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **3**. 1949. 660 (Struktur von synthet. $Mg_3[BO_3]_2$ und $Co_3[BO_3]_2$).

[3]) W. Ehrenberg & P. Ramdohr, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **69**. 1935. 1.

3.) Warwickit-Ludwigit-Gruppe.

a)

Warwickit	$(Mg, Fe)_3Ti[O\,|\,BO_3]_2$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pnam $a_0 = 9{,}20$ $b_0 = 3{,}01$ $c_0 = 9{,}45$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}056 : 1 : 3{,}139$ $Z = 2$

b) Ludwigit-Reihe. Isomorphie.

Ludwigit	$(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_2Fe^{\cdot\cdot\cdot}[O_2\,|\,BO_3]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{9} — Pcma $a_0 = 9{,}14$ $b_0 = 3{,}05$ $c_0 = 12{,}45$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}997 : 1 : 4{,}082$ $Z = 4$
Paigeit (Vonsenit)	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2Fe^{\cdot\cdot\cdot}[O_2\,|\,BO_3]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{9} — Pcma $a_0 = 9{,}37$ $b_0 = 3{,}05$ $c_0 = 12{,}36$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}072 : 1 : 4{,}052$ $Z = 4$

c)

Pinakiolith	$(Mg, Mn^{\cdot\cdot})_2Mn^{\cdot\cdot\cdot}[O_2\,|\,BO_3]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{2} — $P2_1/m$ $a_0 = 5{,}36$ $b_0 = 5{,}98$ $c_0 = 12{,}73$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}896 : 1 : 2{,}129$ $\beta = 120°34'$ $Z = 4$

d) Nocerin-Reihe. Isomorphie.

Nocerin	$Mg_3[F_3\,|\,BO_3]$	Hexagonal $a_0 = 8{,}86$ $c_0 = 3{,}13$[4]) $c_0/a_0 = 3{,}53$ $Z = 2$
Fluoborit	$Mg_3[(F, OH)_3\,|\,BO_3]$	Hexagonal-dipyramidal C_{6h}^{2} — $P6_3/m$ $a_0 = 9{,}06$ $c_0 = 3{,}06$[5]) $c_0/a_0 = 0{,}338$ $Z = 2$

Die Struktur von Ludwigit geht durch eine Raumgitterverzwillingung nach (100) aus derjenigen von Pinakiolith hervor (in der Aufstellung von Ludwigit wurden hier b_0 und c_0 vertauscht). **Hulsit** ist anscheinend ein Paigeit mit etwas Zinn; die Pulveraufnahmen sind ganz ähnlich (W. T. Schaller, priv. Mitt. 1954).

Johachidolith[6]), optisch zweiachsig, entspricht ungefähr der Formel $Ca_3Na_2Al_4H_4[(F, OH)\,|\,BO_3]_6$.

---

[1]) Y. Takéuchi, T. Watanabé & T. Ito, Acta Cryst. **3**. 1950. 98. (Strukturen von Warwickit, Ludwigit und Pinakiolith. SR. **13**. 350).

[2]) Y. Takéuchi, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 100 A.

[3]) Y. Takéuchi, T. Watanabé & T. Ito 1950, l. c.

[4]) A. Scherillo, Per. Min. **9**. 1938. 229. – M. Leone & F. Sgarlata. Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 353 ($a_0 = 8{,}80$, $c_0 = 3{,}10$). – C. Brisi & W. Eitel, Naturw. **43**. 1956. 496 (Isomorphie Nocerin-Fluoborit).

[5]) Y. Takéuchi, Acta Cryst. **3**. 1950. 208 (Struktur, SR. **13**. 349). – Vgl. G. Aminoff in Geijer, Sver. Geol. Undersök. Jahrb. **20**. 1927. 26.

[6]) K. Iwasé & T. Saito, Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Tokyo **39**. 1942. 300.

4.) Rhodizit-Boracit-Gruppe.

Im Hambergit sind selbständige BO_3-Dreiecke vorhanden, deren O jedoch durch tetraedrisch koordiniertes Be zugleich einem $[BeO_3OH]$-Tetraedergerüst angehören. Rhodizit besitzt eine kubisch dichteste Kugelpackung der Sauerstoffe; Suanit enthält Pyroboratgruppen B_2O_5.

Hambergit	$Be_2[OH\,\vert\,BO_3]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15} — Pbca $a_0 = 9{,}75$ $b_0 = 12{,}20$ $c_0 = 4{,}43$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}799 : 1 : 0{,}363$ $Z = 8$
Suanit	$Mg_2[B_2O_5]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$ $a_0 = 12{,}10$ $b_0 = 3{,}12$ $c_0 = 9{,}36$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}878 : 1 : 3{,}000$ $\beta = 104°20'$ $Z = 4$
Rhodizit	$KNaLi_4Al_4[Be_3B_{10}O_{27}]$	Kubisch-hex'tetraedrisch T_d^1—$P\bar{4}3m$ $a_0 = 7{,}31$ $Z = 1$[3])
α-Boracit („**Staßfurtit**“)	α-$Mg_3[Cl\,\vert\,B_7O_{13}]$	Rhombisch-pseudotetragonal C_{2v}^5 — $Pca2_1$ $a_0 = 8{,}54$ $b_0 = 8{,}54$ $c_0 = 12{,}07$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}000 : 1 : 1{,}413$ $Z = 4$
Boracit (> 265° C)	β-$Mg_3[Cl\,\vert\,B_7O_{13}]$	Kubisch-hex'tetraedrisch T_d^5 — $F\bar{4}3c$ $a_0 = 12{,}10$ $Z = 8$[4])
α-Ericait (< 312°C)	α-$(Fe,Mg,Mn)_3[Cl\vert B_7O_{13}]$	Rhombisch $a_0 = 8{,}58$ $b_0 = 8{,}65$ $c_0 = 12{,}17$[4b]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}992 : 1 : 1{,}407$
Ericait (> 312°C)	β-$(Fe,Mg,Mn)_3[Cl\vert B_7O_{13}]$	Kubisch $a_0 = 12{,}12$ — $12{,}15$

Staßfurtit ist faserig und repräsentiert wohl den primär ausgeschiedenen α-Boracit, während der kubische β-Boracit daraus durch Umkristallisation bei erhöhtem Druck und höherer Temperatur entstand. Die Boracitkristalle unserer Sammlungen stellen Paramorphosen von sekundärem α-Boracit nach β-Boracit dar. **Eisenboracit** enthält bis ca. 36 Gew. % FeO, **Manganboracit (Ericait)** sehr wenig Mn an Stelle von Mg[4a]).

Calciborit soll $Ca_5B_8O_{17}$ sein und wahrscheinlich monoklin kristallisieren.[5])

[1]) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **76**. 1931. 289 (Struktur, SB. **2**. 78).

[2]) T. Watanabé, Min. Journ. **1**. 1953. 54. – Y. Takéuchi, Acta Cryst. **5**. 1952. 574 (Struktur). Eine Modifikation von synthet. $Mg_2[B_2O_5]$ ist triklin mit ganz ähnlichen Gitterkonstanten wie für $Co_2[B_2O_5]$ (Struktur: S. V. Berger, Acta Chem. Scand. **4**. 1950. 1054).

[3]) H. Strunz, Naturw. **26**. 1938. 217; **31**. 1943. 68 (Struktur, SB. **9**. 186).

[4]) M. Mehmel, Z. Krist. **87**. 1934. 239; **88**. 1934. 1. – T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **4**. 1951. 310 (Struktur).

[4a]) H. Werner, Aufschluß **1**. 1950. 24. – [4b]) R. Kühn & I. Schaacke, Kali u. Steinsalz **11**. 1955. 33. — F. Heide, Chem. d. Erde **17**. 1955. 211.

[5]) E. S. Petrowa, Ref. Am. Min. **41**. 1956. 815.

5.) Sinhalit.

Sinhalit $MgAl[BO_4]$ Rhombisch D_{2h}^5, C_{2v}^2 oder C_{2v}^4.
$a_0 = 5{,}67_5$ $b_0 = 4{,}33$ $c_0 = 9{,}88$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}311 : 1 : 2{,}282$ $Z = 4$

Obgleich die Gitterkonstanten von Sinhalit ganz denen von Olivin entsprechen, weist doch die abweichende Raumgruppe auf Unterschiede in der Struktur hin[1]); die Aufstellung entspricht derjenigen von Olivin.

[1]) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag. **29**. 1952. 841.

F.) Wasserhaltige Borate

Für die weitaus meisten wasserhaltigen Borate ist noch keine Strukturbestimmung durchgeführt, so daß deren Konstitutionsformeln hypothetisch sind.

1.) Pinnoit-Paternoit-Gruppe.

Pinnoit $MgB_2O_4 \cdot 3H_2O$ Tetragonal $C_4^3 - P4_2$ oder $C_{4h}^2 - P4_2/m$
$a_0 = 7{,}62$ $c_0 = 8{,}19$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}075$ $Z = 4$

Paternoit $MgB_8O_{13} \cdot 4H_2O$ Monoklin

Kaliborit $KMg_2B_{11}O_{19} \cdot 9H_2O$ Monoklin $C_s^4 - Bb$ (Cc?)
$a_0 = 19{,}00$ $b_0 = 8{,}62$ $c_0 = 15{,}00$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}204 : 1 : 1{,}740$ $\beta = 99°48'$

Als Kunstprodukt ist $CaB_2O_4 \cdot 6H_2O$ bekannt geworden, monoklin-domatisch, $C_s^2 - Pa$, $a_0 = 7{,}97$, $b_0 = 6{,}61$, $c_0 = 7{,}98$, $\beta = 104°25'$, $Z = 2$[3]).

[1]) H. P. Stadler, Min. Mag. **28**. 1947. 26.
[2]) F. P. Vaquer, Estud. Geol. **7**. 1948. 41.
[3]) M. A. Peacock & V. A. Vigfusson, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **42**. 1939. 113.

2.) Kernit-Borax-Gruppe.

Kernit $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$
$a_0 = 15{,}68$ $b_0 = 9{,}09$ $c_0 = 7{,}02$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}725 : 1 : 0{,}772$ $\beta = 108°52'$
$Z = 4$

Tinkalkonit (Mohavit) $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$ Trigonal-rhomboedrisch $C_{3i}^2 - R\bar{3}$
$a_{rh} = 9{,}58$ $\alpha = 71°42'$ $Z = 3$[2])
$a_0 = 11{,}3$ $c_0 = 20{,}9$ $c_0/a_0 = 1{,}850$ $Z = 9$

Borax (Tinkal) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 11{,}84$ $b_0 = 10{,}63$ $c_0 = 12{,}32$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}114 : 1 : 1{,}159$ $\beta = 106°35'$
$Z = 4$

[1]) J. Garrido, Z. Krist. **82**. 1932. 468. – Vgl. W. Minder, Z. Krist. **92**. 1935. 301, für künstliche Kristalle. – J. L. Amorós Portolés, Estud. Geol. Barcelona **5**. 1947. 3.

[2]) W. Minder, 1935, l. c. – G. A. Invers, Estud. Geol. Barcelona **7**. 1948. 27 (Struktur, SR. **11**. 429).

[3]) W. Minder, 1935, l. c. — J. M. Font Tullot, Estud. Geol. Barcelona **7**. 1947. 13 (Struktur, SR. **11**, 431).

3.) Larderellit-Ulexit-Gruppe. Wahrscheinliche Dimorphie Ammonioborit-Larderellit.

Ammonioborit $NH_4B_5O_8 \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$ Triklin, pseudomonoklin
$a_0 = 25{,}2_7$ $b_0 = 9{,}65$ $c_0 = 11{,}5_6$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}619 : 1 : 1{,}198$
$\beta = 94°17'$ $Z = 6$

Larderellit $NH_4B_5O_8 \cdot 2^1/_2H_2O$ Monoklin (?)

Probertit (**Kramerit**) $NaCaB_5O_9 \cdot 5H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 13{,}88$ $b_0 = 12{,}56$ $c_0 = 6{,}61$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}104 : 1 : 0{,}526$
$\beta = 107°44'$ $Z = 2$

Ulexit $NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 8{,}73$ $b_0 = 12{,}75$ $c_0 = 6{,}70$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}685 : 1 : 0{,}525$
$\alpha = 90°16'$ $\beta = 109°08'$ $\gamma = 105°07'$
$Z = 2$

Veatchit $SrHB_5O_9 \cdot H_2O$ (?) Monoklin
$a_0 = 6{,}73$ $b_0 = 41{,}34$ $c_0 = 41{,}28$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}163 : 1 : 0{,}999$
$\beta = 121°02'$ $Z = 48$

Priceit (**Pandermit**) $Ca_2B_5O_9OH \cdot 3H_2O$ Triklin, feinkörnig

Ginorit $Ca_2B_{14}O_{23} \cdot 8H_2O$ Monoklin

Tertschit[5]), $Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 20H_2O$[5a]), weiß, faserig, ähnlich Ulexit, kristallisiert wahrscheinlich monoklin. **Kurgantait**[6]), $(Sr, Ca)_2[B_4O_8] \cdot H_2O$, ist opt. zweiachsig.

[1]) J. R. Clark & C. L. Christ, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 34.

[2]) W. H. Barnes, Am. Min. **34**. 1949. 19 u. 611.

[3]) J. Murdoch, Am. Min. **25**. 1940. 754.

[4]) G. Switzer, Am. Min. **23**. 1938. 409. – Formel nach F. H. Stewart, R. A. Chalmers & R. B. Phillips, Ref. Am. Min. **39**. 1954. 682. – Vgl. G. Switzer & W. W. Brannock, Am. Min. **35**. 1950. 90.

[5]) H. Meixner, Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh. **98**. 1953. 86. Aus türkischen Boratlagerstätten. – [5a]) W. Zwicker, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **3**. 1953. 445 (Formel).

[6]) Y. Y. Yarzhemskii, Min. Sbornik, Lvovskoe Geol. Obschestvo **6**. 1952. 169.

4.) Inderit-Colemanit-Gruppe. Die Strukturen sind für Colemanit und Meyerhofferit bekannt geworden.

Kurnakovit $Mg_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$ Monoklin (?)

Inderit $Mg_2B_6O_{11} \cdot 15H_2O$ Triklin
$a_0 = 8{,}14$ $b_0 = 10{,}47$ $c_0 = 6{,}33$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}777 : 1 : 0{,}605$
$\alpha = 96°56^1/_2'$ $\beta = 106°28'$ $\gamma = 106°03'$
$Z = 1$

Lesserit $Mg_2B_6O_{11} \cdot 15H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 12{,}12$ $b_0 = 13{,}18$ $c_0 = 6{,}83$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}920 : 1 : 0{,}518$
$\beta = 104°49'$ $Z = 2$[1a])

Hydroboracit $CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$ Monoklin (?)

Inderborit $CaMgB_6O_{11} \cdot 11H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 1{,}6395 : 1 : 2{,}6346$ $\beta = 90°44^1/_2'$

Colemanit $Ca[B_2{}^{[4]}B^{[3]}O_4(OH)_3] \cdot H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 8{,}74$ $b_0 = 11{,}26$ $c_0 = 6{,}10$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}776 : 1 : 0{,}542$
$\beta = 110°07'$ $Z = 4$

Meyerhofferit $Ca[B_2{}^{[4]}B^{[3]}O_3(OH)_5] \cdot H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 6{,}61$ $b_0 = 8{,}35$ $c_0 = 6{,}49$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}792 : 1 : 0{,}777$
$\alpha = 90°41'$ $\beta = 101°51'$ $\gamma = 86°44'$
$Z = 2$

Synthetisch $Ca_2B_6O_{11} \cdot 9H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$
$a_0 = 7{,}05$ $b_0 = 9{,}45$ $c_0 = 6{,}41$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}746 : 1 : 0{,}678$
$\alpha = 101°21'$ $\beta = 101°19'$ $\gamma = 99°49'$
$Z = 1$

Inyoit $Ca_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 10{,}63$ $b_0 = 12{,}06$ $c_0 = 8{,}40_5$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}881 : 1 : 0{,}697$
$\beta = 114°02'$ $Z = 2$

Colemanit enthält unendliche Bor-Sauerstoff-Ketten parallel der a-Achse, von der Zusammensetzung $[B_3O_4(OH)_3]^{2-}$ mit den Bauelementen BO_3-Dreiecke

und BO_4-Tetraeder[2a]), Meyerhofferit Ringe aus zwei Tetraedern $BO_2(OH)_2$ und einem Dreieck BO_2OH[3a]).

---

[1]) E. W. Heinrich, Am. Min. **31**. 1946. 71, für ein neues Vorkommen in USA.
[1a]) C. Frondel, V. Morgan & J. L. T. Waugh, Am. Min. **41**. 1956. 96.
[2]) C. L. Christ, Am. Min. **38**. 1953. 411. – C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Am. Min. **40**. 1955. 312 (Struktur). – Vgl. V. A. Nikolsky, C. R. Acad. Sci. USSR. **28**. 1940. 59. – Z. Dér, Z. Krist. **103**. 1941. 431.
[2a]) C. L. Christ, J. R. Clark & H. T. Evans, Acta Cryst. **7**. 1954. 453 (Struktur).
[3]) G. Switzer in Ch. Palache, Am. Min. **23**. 1938. 644. – [3a]) C. L. Christ & J. R. Clark, Acta Cryst. **9**. 1956. 830 (vorläufige Struktur).
[4]) C. L. Christ, Am. Min. **38**. 1953. 912, für synthetische Kristalle.

5.) Hilgardit-Sulfoborit-Gruppe (mit fremden Anionen).

Hilgardit $Ca_8[Cl_4|(B_6O_{11})_3]\cdot 4H_2O$ Monoklin-domatisch
C_s^1 — Pc oder C_s^2 — Pm
$a_0 = 11{,}37$ $b_0 = 11{,}14$ $c_0 = 6{,}21$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}021 : 1 : 0{,}557$
$\beta = 90°00'$ $Z = 1$

Parahilgardit $Ca_8[Cl_4|(B_6O_{11})_3]\cdot 4H_2O$ Triklin-pedial
$a_0 = 11{,}26$ $b_0 = 22{,}32$ $c_0 = 6{,}21$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}504 : 1 : 0{,}278$
$\alpha = 90°00'$ $\beta = 90°00'$
$\gamma = 91°12'$ $Z = 2$

Heidornit[3]) $Ca_3Na_2[Cl|(SO_4)_2|B_5O_8(OH)_2]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — C 2/c
$a_0 = 10.21$ $b_0 = 7{,}84$ $c_0 = 18{,}79$[3a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}302 : 1 : 2{,}397$
$\beta = 93°30'$ $Z = 4$

Sulfoborit $Mg_3[SO_4|B_2O_5]\cdot 4^1/_2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}6196 : 1 : 0{,}8100$

Seamanit $Mn_3[PO_4|BO_3]\cdot 3H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
D_{2h}^{16} — Pbnm
$a_0 = 7{,}85$ $b_0 = 15{,}17$ $c_0 = 6{,}72$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}517 : 1 : 0{,}443$
$Z = 4$

Lüneburgit $Mg_3[PO_4|BOOH]_2\cdot 7H_2O$ Monoklin-pseudohexagonal

Unbekannte Formeln haben: **Volkovit**[5]), ein wasserhaltiges Borat von Sr und K, monoklin, $a_0 = 12{,}93$, $b_0 = 14{,}40$, $c_0 = 12{,}79$, $\beta = 100°27'$ und **Ivanovit**[5]), ein

wasserhaltiges Chloro-Borat von Ca (und K?), monoklin-pseudohexagonal, $a_0 = 8{,}62$, $b_0 = 8{,}04$, $c_0 = 14{,}75$, $\beta = 91°08'$.

[1]) C. S. Hurlbut & R. E. Taylor, Am. Min. **22**. 1937. 1052.
[2]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **23**. 1938. 765.
[3]) W. v. Engelhardt & Th. Füchtbauer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 177.
[3a]) J. Zemann, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 185.
[4]) D. McConnell & W. L. Pondrom, Am. Min. **26**. 1941. 446.
[5]) E. J. Nefedow in V. A. Mokievsky, Mém. Soc. Russe Min. **82**. 1953. 311.

6.) Bandylith-Cahnit-Gruppe. Bandylith, Teepleit und wahrscheinlich auch Cahnit enthalten $B(OH)_4$ – Tetraeder.

Bandylith	$Cu[Cl \mid B(OH)_4]$	Tetragonal-dipyramidal C^3_{4h}–P4/n $a_0 = 6{,}19$ $c_0 = 5{,}61$[1]) $c_0/a_0 = 0{,}906$ $Z = 8$
Teepleit	$Na_2[Cl \mid B(OH)_4]$	Ditetragonal-dipyramidal D^7_{4h} – P4/nmm $a_0 = 7{,}28$ $c_0 = 4{,}84$[2]) $c_0/a_0 = 0{,}665$ $Z = 2$
Cahnit	$Ca_2[AsO_4 \mid B(OH)_4] \cdot H_2O$	Tetragonal-disphenoidisch $c/a = 0{,}615$

[1]) R. L. Collin, Acta Cryst. **4**. 1951. 204 (Struktur). – Vgl. H. Berman in Ch. Palache & W. F. Foshag, Am. Min. **23**. 1938. 85. – M. Fornaseri, Per. Min. **18**. 1949. 103 (Struktur, SR. **13**. 346).
[2]) G. Switzer in W. A. Gale, W. F. Foshag & M. Vonsen, Am. Min. **24**. 1939. 48. – Vgl. M. Fornaseri 1949, l. c.

VI.

Klasse der Sulfate (Tellurate, Chromate, Molybdate, Wolframate)

Übersicht:

A.) Wasserfreie Sulfate ohne fremde Anionen

Mit mittelgroßen Kationen

1.) Chalkocyanit-Reihe $Cu[SO_4]$.

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

2.) Vanthoffit-Langbeinit-Gruppe $Na_6Mg[SO_4]_4$, $K_2Mg_2[SO_4]_3$.

Mit sehr großen Kationen

3.) Mercallit-Thenardit-Gruppe $KH[SO_4]$, α-$Na_2[SO_4]$.
4.) Arcanit-Reihe α-$K_2[SO_4]$.
5.) Glaserit-Anhydrit-Gruppe $K_3Na[SO_4]_2$, $Ca[SO_4]$.
6.) Baryt-Reihe $Ba[SO_4]$.

B.) Wasserfreie Sulfate mit fremden Anionen

Mit mittelgroßen Kationen

1.) Dolerophanit-Antlerit-Gruppe $Cu_2[O \mid SO_4]$, $Cu_3[(OH)_4 \mid SO_4]$.

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

2.) Chlorothionit-Linarit-Gruppe $K_2Cu[Cl_2 \mid SO_4]$, $PbCu[(OH)_2 \mid SO_4]$.
3a) Alunit-Reihe $KAl_3[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$;
b) Woodhouseit-Reihe $CaAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$.

Mit sehr großen Kationen

4.) Sulfohalit-Lanarkit-Gruppe $Na_6[F \mid Cl \mid (SO_4)_2]$, $Pb_2[O \mid SO_4]$.
5.) Burkeit-Hanksit-Gruppe $Na_6[CO_3 \mid (SO_4)_2]$,
$KNa_{22}[Cl \mid (CO_3)_2 \mid (SO_4)_9]$.

C.) Wasserhaltige Sulfate ohne fremde Anionen

Mit mittelgroßen Kationen

1.) Kieserit-Reihe	$Mg[SO_4]\cdot H_2O$.
2a) Chalkanthit-Reihe	$Cu[SO_4]\cdot 5H_2O$;
b) Hexahydrit-Reihe	$Mg[SO_4]\cdot 6H_2O$;
c) Melanterit-Reihe	$Fe[SO_4]\cdot 7H_2O$;
d) Epsomit-Reihe	$Mg[SO_4]\cdot 7H_2O$.
3.) Rhomboklas-Coquimbit-Gruppe	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}H[SO_4]_2\cdot 4H_2O$, $Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_3\cdot 9H_2O$.
4.) Ransomit-Römerit-Gruppe	$CuFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4\cdot 7H_2O$, $Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4\cdot 14H_2O$.
5.) Halotrichit-Reihe	$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$.

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

6.) Krausit-Tamarugit-Gruppe	$KFe^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_2\cdot H_2O$, $NaAl[SO_4]_2\cdot 6H_2O$.
7.) Alaun-Gruppe	$NaAl[SO_4]_2\cdot 12H_2O$.
8.) Löweit-Kröhnkit-Gruppe	$Na_2Mg[SO_4]_2\cdot 2H_2O$, $Na_2Cu[SO_4]_2\cdot 2H_2O$.
9.) Blödit-Leonit-Gruppe	$Na_2Mg[SO_4]_2\cdot 4H_2O$, $K_2Mg[SO_4]_2\cdot 4H_2O$.
10.) Schönit-Reihe	$K_2Mg[SO_4]_2\cdot 6H_2O$.
11.) Polyhalit-Reihe	$K_2Ca_2Mg[SO_4]_4\cdot 2H_2O$.

Mit sehr großen Kationen

12.) Mirabilit-Syngenit-Gruppe	$Na_2[SO_4]\cdot 10H_2O$, $K_2Ca[SO_4]_2\cdot H_2O$.
13.) Gips-Reihe	$Ca[SO_4]\cdot 2H_2O$.

D.) Wasserhaltige Sulfate mit fremden Anionen

Mit mittelgroßen Kationen

1.) Langit-Vernadskyit-Gruppe	$Cu_4[(OH)_6 \mid SO_4]\cdot H_2O$, $Cu_4[(OH)_2 \mid (SO_4)_3]\cdot 4H_2O$.
2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid SO_4]\cdot 2H_2O$, $Fe^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid SO_4]\cdot 3H_2O$.
3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe	$Al_2[(OH)_4 \mid SO_4]\cdot 7H_2O$, $Cu_4Al_2[(OH)_{12} \mid SO_4]\cdot 2H_2O$.

Mit sehr großen und mittelgroßen Kationen

4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe	$KMg[Cl \mid SO_4]\cdot 3H_2O$, $NaCu_2[OH \mid (SO_4)_2]\cdot H_2O$.
5.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe	$Ca_6Al_2[(OH)_4 \mid SO_4]_3\cdot 26H_2O$, $K_5Fe_3^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid (SO_4)_3]_2\cdot 8H_2O$.
6.) Gruppe der Uranyl-Sulfate	$[6UO_2 \mid 5(OH)_2H_2O \mid SO_4]\cdot 12H_2O$.

E.) Tellurate und Chromate

1.) Gruppe der Tellurate.	$Fe[TeO_4]$, $Hg_2[TeO_4]$ . . .
2.) Tarapacait-Krokoit-Gruppe	$K_2[CrO_4]$, $Pb[CrO_4]$.
3.) Phoenikochroit-Lopezit-Gruppe	$Pb_3[O \mid (CrO_4)_2]$, $K_2[Cr_2O_7]$.

F.) Molybdate und Wolframate

1.) Wolframit-Reihe	$(Mn, Fe)[WO_4]$.
2.) Scheelit-Reihe	$Ca[WO_4]$.
3.) Lindgrenit-Ferrimolybdit-Gruppe	$Cu_3[OH \mid MoO_4]_2$, $Fe_2^{\cdots}[MoO_4]_3 \cdot 7H_2O$.

A.) Wasserfreie Sulfate ohne fremde Anionen

1.) Chalkocyanit-Reihe (mit mittelgroßen Kationen). Rhombisch-dipyramidal, Aufstellung Scacchi 1873 mit halbiertem c. Wahrscheinlich Isomorphie.

Chalkocyanit[1] **(Hydrocyanit)**	$Cu[SO_4]$	$a : b : c = 0{,}7971 : 1 : 0{,}5650$
Zinkosit	$Zn[SO_4]$	$D_{2h}^{16} - Pmnb$
		$a_0 = 6{,}74 \quad b_0 = 8{,}60 \quad c_0 = 4{,}77$[2]
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}784 : 1 : 0{,}555 \quad Z = 4$
Synthetisch	$Co[SO_4]$	$a_0 = 6{,}72 \quad b_0 = 8{,}47 \quad c_0 = 4{,}66$[3]
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}793 : 1 : 0{,}550 \quad Z = 4$

[1]) In Dana **2**. 1951. 429, bevorzugter Name.
[2]) K. Schiff, Z. Krist. **87**. 1934. 379, an künstlichen Kristallen.
[3]) R. Hocart & A. Serres, C. R. Acad. Sci. Paris **193**. 1931. 1180.

2.) Vanthoffit-Langbeinit-Gruppe (mit sehr großen und mittelgroßen Kationen). Isotypie Langbeinit-Manganolangbeinit.

Vanthoffit	$Na_6Mg[SO_4]_4$	Monoklin (?)
Langbeinit	$K_2Mg_2[SO_4]_3$	Kubisch-tetartoedrisch $T^4 - P2_13$ (?)
		$a_0 = 9{,}98 \quad Z = 4$[1]
Manganolangbeinit	$K_2Mn_2[SO_4]_3$	Kubisch-tetartoedrisch $T^4 - P2_13$
		$a_0 = 10{,}03 \quad Z = 4$[2]

[1]) B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455.
[2]) A. Bellanca, Atti Acc. Lincei **2**. 1947. 451, an synthetischen Kristallen.

3.) Mercallit-Thenardit-Gruppe.

Mercallit	$KH[SO_4]$	Rhombisch
		$a_0 = 8{,}48 \quad b_0 = 18{,}90 \quad c_0 = 9{,}80$[1]
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}449 : 1 : 0{,}519 \quad Z = 16$
Misenit	$K_8H_6[SO_4]_7$	Monoklin, pseudohexagonal
		$a : b : c = 3{,}2196 : 1 : 2{,}1842 \quad \beta = 102°05'$
Letovicit	$(NH_4)_3H[SO_4]_2$	Monoklin-prismatisch
		$a : b : c = 1{,}7390 : 1 : 2{,}6474 \quad \beta = 102°06'$

Thenardit (bis 197°C) α-$Na_2[SO_4]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{24} — Fddd
$a_0 = 9{,}77$ $b_0 = 12{,}31$ $c_0 = 5{,}86$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}794 : 1 : 0{,}476$ $Z = 8$

Vom Na_2SO_4 kennt man zwischen ca. 200 und 250° C 4 weitere Modifikationen[2a]). **Metathenardit,** aus Fumarolen des Mt. Pelée, hexagonal, wird δ-Na_2SO_4 sein.

[1]) Für künstliche Kristalle, S. Oda, J. Chem. Soc. Jap. **60**. 1939. 162.
[2]) W. H. Zachariasen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **81**. 1931. 92 (Struktur, SB. **2**. 88).
[2a]) F. C. Kracek, J. Phys. Chem. **33**. 1929. 1281, 1304.

4.) Arcanit-Reihe. Isomorphie.

Arcanit α-$K_2[SO_4]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pmcn
$a_0 = 5{,}77$ $b_0 = 10{,}07$ $c_0 = 7{,}47$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}573 : 1 : 0{,}742$ $Z = 4$

Mascagnit $(NH_4)_2[SO_4]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pmcn
$a_0 = 5{,}98$ $b_0 = 10{,}62$ $c_0 = 7{,}78$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}563 : 1 : 0{,}733$ $Z = 4$

Anhang:

Synthetisch (Hochtemperaturform) β-$K_2[SO_4]$ Hexagonal
$a_0 = 5{,}72$ $c_0 = 7{,}87$[3]) $c_0/a_0 = 1{,}376$ $Z = 2$

Arcanit ist unbeschränkt mischbar mit Mascagnit und isotyp mit Tarapacait $K_2[CrO_4]$ (VI. E. 2). Synthetisch wurde festgestellt, daß das Na_2SO_4-Gitter bis zu 46 Mol.-% $CaSO_4$ in Mischkristallform aufnehmen kann, während umgekehrt $CaSO_4$ kein Na_2SO_4 aufzunehmen vermag (Bellanca 1942). Mit β-$K_2[SO_4]$ sind β-$Na_2[BeF_4]$ und „Nagelschmidtit" β-$Ca_2[SiO_4]$–$Ca_3[PO_4]_2$ homöotyp (Bredig 1943). Zudem dürfte Homöotypie mit der Olivingruppe bestehen. **Taylorit** ist ein Mischkristall $(K,NH_4)_2[SO_4]$.

[1]) A. Ogg, Phil. Mag. **9**. 1930. 665. – Vgl. W. Ehrenberg & C. Hermann, Z. Krist. **70**. 1929. 163.
[2]) W. Taylor & T. Boyer, Mem. Manchester Lit. Phil. Soc. **72**. 1928. 125. – Vgl. A. Ogg, Phil. Mag. **5**. 1928. 354.
[3]) Gemessen bei 800° C (Bredig 1943).

5.) Glaserit-Anhydrit-Gruppe.

Es besteht Isotypie zwischen Glaserit und den Verbindungen α-$NaCa[PO_4]$, α-$KCa[PO_4]$, $SrNa[PO_4]$ und $BaNa[PO_4]$, desgleichen zwischen Palmierit und Whitlockit $Ca_3[PO_4]_2$ sowie Anhydrit und Ferrucit $Na[BF_4]$.

Glaserit[1]) (Aphthitalit) $K_3Na[SO_4]_2$ Ditrigonal-skalenoedrisch D_{3d}^3 — P 3m1
$a_0 = 5{,}66$ $c_0 = 7{,}30$ $c_0/a_0 = 1{,}290$ $Z = 1$[1a])

Palmierit $PbK_2[SO_4]_2$ D_{3d}^3 (?)
$a_0 = 5{,}49$ $c_0 = 20{,}65$[2])
$c_0/a_0 = 3{,}761$ $Z = 3$
$a_{rh} = 7{,}56$ $\alpha = 42°28'$

Glauberit	$CaNa_2[SO_4]_2$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 10{,}01$ $b_0 = 8{,}21$ $c_0 = 8{,}43$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}220 : 1 : 1{,}027$ $\beta = 112°11'$ $Z = 4$
Anhydrit	$Ca[SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - Ccmm$ $a_0 = 6{,}23$ $b_0 = 6{,}97$ $c_0 = 6{,}98$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}894 : 1 : 1{,}001$ $Z = 4$

Glaserit soll nach Hilmy (1953) weder $K_3Na[SO_4]_2$ noch $KNa[SO_4]$, sondern eine feste Lösung der Hochtemperaturformen von Na-Sulfat und K-Sulfat sein[1b]). Ein Ammonium-Glaserit $(K,NH_4)_3Na[SO_4]_2$ mit $a_0 = 5{,}68$, $c_0 = 7{,}35$, ist als Guano-Mineral aus Peru bekannt geworden[1c]).

---

[1]) Sal polychestrum Glaseri (17. Jhdt.). — [1a]) B. Goßner, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **57**. 1928. 89 (Strukturdiskussion, SB. **1**. 378). – Vgl. Laskiewicz, Arch. Min. Soc. Warsaw **10**. 1934. 117. – A. Bellanca, Per. Min. **14**. 1943. 67. – [1b]) M. E. Hilmy, Am. Min. **38**. 1953. 118. – M. Carapezza, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 47. – [1c]) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 596. – Siehe auch H. Winchell & R. J. Benoit, Am. Min. **36**. 1951. 590.

[2]) H. Strunz, Naturw. **30**. 1942. 242, Homöotypie zu Whitlockit β-$Ca_3[PO_4]_2$; nach Bachmann 1953 auch zu synthet. $Sr_3[PO_4]_2$, $Ba_3[PO_4]_2$ und $Pb_3[VO_4]_2$. – Vgl. auch A. Bellanca, Per. Min. **15**. 1946. 5 (Struktur, SR. **11**. 390).

[3]) F. Pardillo Vaquer, N. Jb. Min. **1**. 1935. 344.

[4]) Aufstellung nach Schrauf 1860, Hessenberg 1872, Goldschmidt 1886, Dana 1892, Hintze 1929. – Gitterkonstanten: F. Rinne, H. Hentschel & E. Schiebold, Z. Krist. **61**. 1925. 164. – J. A. Wasastjerna, Soc. Sci. Fenn. **2**. 1925. 26; Phil. Mag. **2**. 1926. 992 (Struktur, SB. **1**. 340, 380). – W. Basche & H. Mark, Z. Krist. **64**. 1926. 1. – E. C. S. Dickson & W. Binks, Phil. Mag. **2**. 1926. 114 (Struktur, vgl. SB. **1**. 381).

6.) Baryt-Reihe. Rhombisch-dipyramidal. $D_{2h}^{16} - Pnma$. Isotypie.

Coelestin	$Sr[SO_4]$	$a_0 = 8{,}38$ $b_0 = 5{,}37$ $c_0 = 6{,}85$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}561 : 1 : 1{,}276$ $Z = 4$
Baryt (Schwerspat)	$Ba[SO_4]$	$a_0 = 8{,}87$ $b_0 = 5{,}45$ $c_0 = 7{,}14$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}627 : 1 : 1{,}310$ $Z = 4$
Anglesit	$Pb[SO_4]$	$a_0 = 8{,}47$ $b_0 = 5{,}39$ $c_0 = 6{,}94$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}571 : 1 : 1{,}288$ $Z = 4$
Kerstenit	$Pb[SeO_4]$	Pulverdiagramm ähnlich Anglesit[2])

Mischkristalle sind: **Barytocoelestin**, $(Sr,Ba)[SO_4]$, **Calciobaryt**, $(Ba,Ca)[SO_4]$, und **Anglesobaryt**, $(Ba,Pb)[SO_4]$. Der Ca-Gehalt (auch in manchen Coelestinen) ist stets gering.

---

[1]) R. W. James & W. A. Wood, Proc. Roy. Soc. **109A**. 1925. 598 (Struktur, SB. **1** 343). – W. Basche & H. Mark, Z. Krist. **64**. 1926. 1.

[2]) J. Goni & C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **76**. 1953. 422.

B.) Wasserfreie Sulfate mit fremden Anionen

1.) Dolerophanit-Antlerit-Gruppe (mit mittelgroßen Kationen).

Dolerophanit $Cu_2[O \mid SO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 9{,}41 \quad b_0 = 6{,}31 \quad c_0 = 7{,}64$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}491 : 1 : 1{,}211$
$\beta = 122°54' \quad Z = 4$

Antlerit $Cu_3[(OH)_4 \mid SO_4]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$
$a_0 = 8{,}24 \quad b_0 = 11{,}99 \quad c_0 = 6{,}03$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}687 : 1 : 0{,}503 \quad Z = 4$

Brochantit $Cu_4[(OH)_6 \mid SO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 13{,}08 \quad b_0 = 9{,}85 \quad c_0 = 6{,}02$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}328 : 1 : 0{,}612$
$\beta = 103°22' \quad Z = 4$

[1]) W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 606.
[2]) W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 293. – Arnimit ist damit identisch (P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 295).
[3]) Aufstellung Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 463. Gitterkonstanten nach W. E. Richmond in Ch. Palache. – Vgl. auch C. Lauro, Per. Min. **12**. 1941. 419.

2.) Chlorothionit-Linarit-Gruppe.

Chlorothionit $K_2Cu[Cl_2 \mid SO_4]$ Rhombisch-dipyramidal
$a_0 = 6{,}12 \quad b_0 = 7{,}71 \quad c_0 = 16{,}15$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}794 : 1 : 2{,}095 \quad Z = 4$

Linarit $PbCu[(OH)_2 \mid SO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 9{,}70 \quad b_0 = 5{,}65 \quad c_0 = 4{,}68$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}717 : 1 : 0{,}828$
$\beta = 102°40' \quad Z = 2$

Anhydrokainit ist angeblich $KMg[Cl \mid SO_4]$.

[1]) A. Bellanca, Per. Min. **15**. 1946. 33, für künstliche Kristalle.
[2]) L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 511.

3.) Alunit-Woodhouseit-Gruppe.

Die Mineralien der Alunit- und Woodhouseitreihe stehen zueinander anscheinend in ähnlichem Symmetrieverhältnis wie Kalkspat und Dolomit.

a) Alunit-Reihe. Ditrigonal-pyramidal. Pseudokubisch. $C_{3v}^5 - R3m$ (Plumbojarosit $D_{3d}^5 - R\,3m$). Homöotypie zu den Mineralien der Crandallitreihe (VII. B. 12).

Natroalunit $NaAl_3[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ —
Alunit $KAl_3[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ $a_0 = 6{,}97 \quad c_0 = 17{,}38$[1])
$1/2\, c_0/a_0 = 1{,}247 \quad Z = 3$
$c/a = 1{,}2520 \quad \alpha = 89°10'$

Natrojarosit	$NaFe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$	$a_0 = 7{,}19$ $c_0 = 16{,}33$[2])
		$^1/_2 c_0/a_0 = 1{,}136$ $Z = 3$
		$c/a = 1{,}104$ $\alpha = 93°50'$
Jarosit	$KFe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$	$a_0 = 7{,}21$ $c_0 = 17{,}03$[1])
		$^1/_2 c_0/a_0 = 1{,}181$ $Z = 3$
		$c/a = 1{,}2492$ $\alpha = 89°15'$
Ammoniojarosit	$NH_4Fe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$	$a_0 = 7{,}21$ $c_0 = 17{,}03$[1])
		$^1/_2 c_0/a_0 = 1{,}181$ $Z = 3$
		$c/a = ?$ $\alpha = 91°25'$
Argentojarosit	$AgFe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$	$a_0 = 7{,}23$ $c_0 = 16{,}43$[3])
		$^1/_2 c_0/a_0 = 1.136$ $Z = 3$
		$c/a = 1{,}106$ $\alpha = 93°42'$
Karphosiderit	$H_2OFe_3^{\cdots}[(OH)_5H_2O \mid (SO_4)_2]$	$a_0 = 7{,}17$ $c_0 = 16{,}93$[3])
		$^1/_2 c_0/a_0 = 1{,}180$ $Z = 3$
Plumbojarosit	$Pb^{\cdot\cdot}Fe_6^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch
		$D_{3d}^5 - R\,3m$
		$a_0 = 7{,}21$ $c_0 = 33{,}67$[1])
		$^1/_4 c_0/a_0 = 1{,}167$ $Z = 3$
		$c/a = 1{,}216$ $\alpha = 90°18'$

Der von Meillet 1842 aus dem Pariser Becken beschriebene **Apatelit** dürfte dem Karphosiderit (Breithaupt 1827) entsprechen; das von Lacroix 1910 gleichfalls als Apatelit, und von Magne 1942 als **Pseudoapatelit** bezeichnete Mineral von der wahrscheinlichen Zusammensetzung $(Fe,Al)_2[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot H_2O$ mit $Fe : Al = 5 : 2$ ist vielleicht lediglich ein Al-reicher Karphosiderit; sie sind alle drei optisch einachsig mit starker negativer Doppelbrechung. **Calcio-Jarosit** (Serdyutschenko 1951) ist offenbar ein Mischkristall mit $(CaFe^{\cdot\cdot})$ für $(KFe^{\cdots})$ bzw. $Ca_{0,5}^{\cdot\cdot}$ für $K^{\cdot}$; **Beaverit** besitzt die Formel $Pb(Cu,Fe,Al)[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ mit $a_0 = 7{,}20$, $c_0 = 16{,}94$[4]).

b) Woodhouseit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch. D_{3d}^5–R3m. Pseudokubisch. Isotypie.

Woodhouseit	$CaAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$	$a_0 = 6{,}97$ $c_0 = 16{,}30$[5])
		$c_0/a_0 = 2{,}339$ $Z = 3$
		$a_{rh} = 6{,}76$ $\alpha = 62°4'$ $Z = 1$
Svanbergit	$SrAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$	$a_0 = 6{,}97$ $c_0 = 16{,}8$[6])
		$c_0/a_0 = 2{,}410$ $Z = 3$
		$a_{rh} = 6{,}90$ $\alpha = 60°38'$ $Z = 1$
Hinsdalit	$PbAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$	$c/a = 1{,}2677$ $\alpha = 89°40'$
Hidalgoit	$PbAl_3[(OH)_6 \mid SO_4AsO_4]$	$a_0 = 7.04$ $c_0 = 16{,}99$[7])
		$c_0/a_0 = 2{,}41$ $Z = 3$
		$a_{rh} = 6{,}97$ $\alpha = 60°40'$ $Z = 1$

Corkit	$PbFe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$	$c/a = 1{,}1842 \quad \alpha = 91°16'$
Beudantit	$PbFe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_6 \mid SO_4AsO_4]$	

Harttit ist eine Varietät von Svanbergit $(Sr, Ca)Al_3[(OH)_6 \mid (SO_4, PO_4)_2]$ mit $a_0 = 6{,}97$, $c_0 = 16{,}55$, $c_0/a_0 = 2{,}373$[8]). **Munkforssit** ist dem Svanbergit ähnlich, aber angeblich monoklin und frei von OH. **Munkrudit** soll ein verwandtes Sulfatphosphat von Fe$^{\cdot\cdot}$, Ca und wenig Al sein.

[1]) S. B. Hendricks, Am. Min. **22**. 1937. 773 (Struktur, SB. **5**. 92).
[2]) S. B. Hendricks 1937. – Nach M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 669, nur rhombisch-pseudohexagonal mit a : b : c = 1,732 : 1 : 2,252.
[3]) S. B. Hendricks 1937 an künstlichen Kristallen.
[4]) A. Pabst in Dana **2**. 1951. 568.
[5]) A. Pabst, Am. Min. **32**. 1947. 16 (Struktur, SR. **11**. 409).
[6]) E. R. Ygberg, Ark. Kemi **20**, 1945. – Vgl. A. Pabst, 1947, l. c. (SR. **11**. 408). – G. Switzer, Am. Min. **34**. 1949. 104.
[7]) R. L. Smith, F. S. Simons & A. C. Vlisidis, Am. Min. **38**. 1953. 1218.
[8]) E. Tavora, Anais Acad. Brasil. Sci. **23**. 1951. 129

4.) Sulfohalit-Lanarkit-Gruppe (mit sehr großen Kationen). Galeit und Schairerit sind offenbar dimorph und besitzen $c_0 = 2 \cdot 6{,}97$ bzw. $3 \cdot 6{,}40$ Å.

Sulfohalit	$Na_6[F \mid Cl \mid (SO_4)_2]$	Kubisch $O_h^5 - Fm3m$ ($O^3 - F432$, $T_h^3 - Fm3$?) $a_0 = 10{,}10$[1]) $Z = 4$
Galeit	$Na_3[(F, Cl) \mid SO_4]$	Hexagonal $D_{3d}^1 - P\bar{3}1m$ (C_{3v}^2,D_3^1) $a_0 = 12{,}17$ $c_0 = 13{,}94$[2]) $c_0/a_0 = 1{,}145$ $Z = 15$
Schairerit	$Na_3[(F, Cl) \mid SO_4]$	Hexagonal $D_{3d}^1 - P\bar{3}1m$ ($D_3^1 - P312$) $a_0 = 12{,}12$ $c_0 = 19{,}19$[3]) $c_0/a_0 = 1{,}583$ $Z = 21$
Caracolit	$PbNa_2[OH \mid Cl \mid SO_4]$	Rhombisch-dipyramidal, pseudo-hexagonal a : b : c = 0,5843 : 1 : 0,4217
Lanarkit	$Pb_2[O \mid SO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 13{,}76$ $b_0 = 5{,}69$ $c_0 = 7{,}08$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}418 : 1 : 1{,}244$ $\beta = 115°48'$

[1]) A. Pabst, Z. Krist. **89**. 1934. 514 (Struktur, SB. **3**. 118). – T. Watanabé, Proc. Imp. Ac. Tokyo **10**. 1934. 575: $a_0 = 10{,}17$.
[2]) C. Frondel, Am. Min. **25**. 1940. 352. – C. W. Wolfe & A. Caras, Am. Min. **36**. 1951. 912 : $a_0 = 7{,}06$, $c_0 = 19{,}37$; – A. Pabst, Bull. Geol. Soc. Am. **66**. 1955. 1658 : $a_0 = 12{,}17$, $c_0 = 19{,}29$.
[3]) A. Pabst, Bull. Geol. Soc. Am. **66**. 1955. 1658.
[4]) Aufstellung: W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **23**. 1938. 399. – W. P. Binnie, Acta Cryst. **4**. 1951. 471 (Struktur).

5.) Burkeit-Hanksit-Gruppe (mit CO_3-Baugruppen).

Burkeit	$Na_6[CO_3 \mid (SO_4)_2]$	Rhombisch D_{2h}^{13}—Pmnm (oder C_{2v}^{7}—Pmn2_1 ?) $a_0 = 5{,}17$ $b_0 = 9{,}23$ $c_0 = 7{,}06$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}560 : 1 : 0{,}765$ $Z = 4/3$ $a : b : c = 0{,}534 : 1 : 0{,}750$
Hanksit	$KNa_{22}[Cl \mid (CO_3)_2 \mid (SO_4)_9]$	Hexagonal-dipyramidal C_{6h}^{2}—P $6_3/m$ $a_0 = 10{,}48$ $c_0 = 21{,}22$[2]) $c_0/a_0 = 2{,}025$ $Z = 2$
Caledonit	$Pb_5Cu_2[(OH)_6 \mid CO_3 \mid (SO_4)_3]$	Rhomb.-dipyramidal D_{2h}^{13}—Pnmm $a_0 = 7{,}15$ $b_0 = 20{,}10$ $c_0 = 6{,}56$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}356 : 1 : 0{,}326$ $Z = 2$
Leadhillit	$Pb_4[(OH)_2 \mid SO_4 \mid (CO_3)_2]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{5}—P $2_1/a$ $a_0 = 9{,}09$ $b_0 = 11{,}57$ $c_0 = 20{,}74$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}786 : 1 : 1{,}793$ $\beta = 90°29\frac{1}{2}'$ $Z = 8$

Tychit, $Na_6Mg_2[SO_4 \mid (CO_3)_4]$, kubisch, befindet sich bei den Carbonaten (V. B. 2). Nach Ramsdell (1942) gibt Burkeit äußerst schwache Zwischenschichtlinien, die eine Verdreifachung von b_0 und c_0 erfordern. **Wherryit**[5]), angeblich $Pb_4Cu[(O, OH, Cl)_3 \mid CO_3 \mid (SO_4)_2]$, ist nach dem Pulverdiagramm offenbar nur eine Varietät von Caledonit.

[1]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **27**. 1942. 230.
[2]) L. S. Ramsdell, Am. Min. **24**. 1939. 109. – Vgl. B. Goßner & J. Koch, Z. Krist. **80**. 1931. 455.
[3]) W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. Min. **24**. 1939. 441.
[4]) C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 296.
[5]) J. J. Fahey, E. B. Dagget & S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 93.

C.) Wasserhaltige Sulfate ohne fremde Anionen

1.) Kieserit-Reihe. Isotypie.

Kieserit	$Mg[SO_4] \cdot H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^{6}—C 2/c (?) $a_0 = 6{,}90$ $b_0 = 7{,}71$ $c_0 = 7{,}54$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}895 : 1 : 0{,}995$ $\beta = 116°05\frac{1}{2}'$ $Z = 4$
Szomolnokit (Schmöllnitzit)	$Fe[SO_4] \cdot H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 0{,}9344 : 1 : 1{,}0078$ $\beta = 116°14'$
Szmikit	$Mn[SO_4] \cdot H_2O$	Monoklin

Anhang:

Sanderit[3])	$Mg[SO_4] \cdot 2\,H_2O$	—
Leonhardtit[3])	$Mg[SO_4] \cdot 4\,H_2O$	—
Ilesit	$Mn[SO_4] \cdot 4\,H_2O$ (?)	Monoklin

Künstl. $Mn[SO_4] \cdot H_2O$ gibt ein dem Kieserit und Szomolnokit analoges Pulverdiagramm[2]). **Starkeyit**[3a]) ist offensichtlich mit Leonhardtit identisch.

[1]) G. Weinert, Naturw. **26**. 1938. 410; N. Jb. Min. **75**. 1939. 297. – J. Leonhardt & R. Weiss, Fortschr. Min. 1955 (Struktur).
[2]) Hammel, Ann. chim. **11**. 1939. 247.
[3]) W. Berdesinski, N. Jb. Min. Mh. 1952. 28. – [3a]) O. R. Grawe, Am. Min. **41**. 1956. 662.

2.) Vitriol-Gruppe.

a) Chalkanthit-Reihe (Pentahydrate). Triklin-pinakoidal.

Chalkanthit **(Kupfervitriol)**	$Cu[SO_4] \cdot 5\,H_2O$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$ $a_0 = 6{,}12$ $b_0 = 10{,}69$ $c_0 = 5{,}96$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}572 : 1 : 0{,}558$ $\alpha = 97°35'$ $\beta = 107°10'$ $\gamma = 77°33'$ $Z = 2$
Pentahydrit	$Mg[SO_4] \cdot 5\,H_2O$	Isotyp mit Chalkanthit
Siderotil	(?) $Fe[SO_4] \cdot 5\,H_2O$	Wohl isotyp mit Chalkanthit
Synthetisch	$Mn[SO_4] \cdot 5\,H_2O$	Triklin[2]) Wohl isotyp mit Chalkanthit

In der Struktur von Chalkanthit ist Cu von $4\,H_2O$ und 2 O pseudooktaedrisch umgeben (Beevers & Lipson 1934).

[1]) T. F. W. Barth & G. Tunell, Am. Min. **18**. 1933. 187. – C. A. Beevers & H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **146**. 1934. 570 (Struktur, SB. **3**. 102). – Siehe auch B. Goßner & K. Brückl, Z. Krist. **69**. 1929. 422.
[2]) D. Taylor, Journ. Chem. Soc. London, 1952. 2370.

b) Hexahydrit-Reihe (Hexahydrate). Isotypie.

Hexahydrit	$Mg[SO_4] \cdot 6\,H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C\,2/c$ $a_0 = 10{,}06$ $b_0 = 7{,}16$ $c_0 = 24{,}39$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}405 : 1 : 3{,}406$ $\beta = 98°34'$ $Z = 8$
Bianchit	$(Zn, Fe)[SO_4] \cdot 6\,H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1{,}3788 : 1 : 3{,}3324$ $\beta = 98°30'$

Anhang:

Retgersit	α-$Ni[SO_4] \cdot 6\,H_2O$	Tetragonal-trapezoedrisch $D_4^4 - P\,4_1 2_1 2$ ($D_4^8 - P\,4_3 2_1 2$) $a_0 = 6{,}79$ $c_0 = 18{,}28$ $c_0/a_0 = 2{,}692$[2]) $Z = 4$

$NiSO_4 \cdot 6H_2O$ ist dimorph: als in der Natur auftretende stabile Modifikation Retgersit kristallisiert es tetragonal, als instabile monokline Modifikation ist es nur synthetisch bekannt.

Im Hexahydrit-Typus kristallisieren außerdem die synthetischen Hexahydrat-Sulfate und -Selenate von Mg, Co, Ni und Zn; im Retgersit-Typus die tetragonalen Modifikationen von synthetischem Ni- und Zn-Hexahydrat-Selenat.

Im Bianchit (von Raibl, Kärnten) ist $Zn : Fe \sim 2 : 1$; in der Aufstellung wurde gegenüber Andreatta (1930) c verdoppelt..

[1]) K. H. Ide, Naturw. **26**. 1938. 411, an künstlichen Kristallen.
[2]) C. Frondel & Ch. Palache, Am. Min. **34**. 1949. 188. – Röntgendaten: C. A. Beevers & H. Lipson, Z. Krist. **83**. 1932. 123; Borghijs, Natuurwet. Tijdschr. **19**. 1937. 115.

c) Melanterit-Reihe (Heptahydrate—I). Monoklin-prismatisch. Isotypie und weitgehende Diadochie (Fe, Co, Cu).

Melanterit (Eisenvitriol) $Fe[SO_4] \cdot 7H_2O$ $C_{2h}^5 - P2_1/c$
$a_0 = 14{,}11 \quad b_0 = 6{,}51 \quad c_0 = 11{,}02$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}168 : 1 : 1{,}693$
$\beta = 105°15' \quad Z = 4$

Bieberit (Kobaltvitriol) $Co[SO_4] \cdot 7H_2O$ $a_0 = 14{,}13 \quad b_0 = 6{,}55 \quad c_0 = 11{,}00$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}157 : 1 : 1{,}679$
$\beta = 105°05' \quad Z = 4$

Boothit (Kupfervitriol-Heptahydrat) $Cu[SO_4] \cdot 7H_2O$ $a : b : c = 1{,}1622 : 1 : 1{,}5000$
$\beta = 105°36'$

Mallardit (Manganvitriol) $Mn[SO_4] \cdot 7H_2O$ $a : b : c = 1{,}2245 : 1 : 1{,}5727$[3])
$\beta = 104°51'$

Mischkristalle sind: **Kupfermelanterit (Pisanit),** $(Fe, Cu)[SO_4] \cdot 7H_2O$, mit $a_0 = 14{,}12$, $b_0 = 6{,}54$, $c_0 = 10{,}81$, $\beta = 106°00'$[1]), **Zinkmelanterit (Sommairit), Magnesiummelanterit (Kirovit, Cuprokirovit), Manganmelanterit (Luckyit), Magnesiumboothit** und **Zinkboothit**.

[1]) L. F. Keating & L. G. Berry, Am. Min. **38**. 1953. 501. – Vgl. H. G. K. Westenbrink, Proc. Ac. Sci. Amsterdam **29**. 1926. 1223; J. Ness, Naturw. **28**. 1940. 78.
[2]) Nach Westenbrink 1926; Aufstellung Keating & Berry 1953.
[3]) Für künstliche Kristalle. Gunther, Z. Krist. **50**. 1912. 91.

d) Epsomit-Reihe. (Heptahydrate—II). Rhombisch-disphenoidisch. Pseudotetragonal. $D_2^4 - P2_12_12_1$. Isotypie.

Epsomit (Bittersalz) $Mg[SO_4] \cdot 7H_2O$ $a_0 = 11{,}96 \quad b_0 = 12{,}05 \quad c_0 = 6{,}88$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}993 : 1 : 0{,}571 \quad Z = 4$

Goslarit („Zinkvitriol")	$Zn[SO_4] \cdot 7H_2O$	$a_0 = 11{,}87$ $b_0 = 12{,}11$ $c_0 = 6{,}84$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}980 : 1 : 0{,}565$ $Z = 4$
Morenosit („Nickelvitriol")	$Ni[SO_4] \cdot 7H_2O$	$a_0 = 11{,}8$ $b_0 = 12{,}0$ $c_0 = 6{,}81$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}982 : 1 : 0{,}564$ $Z = 4$
Tauriscit	(?) $Fe[SO_4] \cdot 7H_2O$	—
Fauserit	$Mn[SO_4] \cdot 7H_2O$	Achsenverhältnis ähnlich Epsomit

Nickelepsomit ist mit 12% NiO und 10% MgO bekannt geworden; **Ferrogoslarit** ist eisenhaltiger Goslarit, **Cuprogoslarit** enthält Kupfersulfat beigemischt. **Zinkfauserit** von Felsöbanya[4]), $a : b : c = 0{,}9821 : 1 : 0{,}5615$, enthält 19,14% MnO, 5,08% ZnO und 3,40% MgO.

---

[1]) W. H. Barnes & R. G. Hunter, Nature **130**. 1932. 96. – Vgl. G. M. Cardoso, Z. Krist. **63**. 1926. 19. – H. G. K. Westenbrink, Proc. Ac. Sci. Amsterdam, **29**. 1926. 1223.

[2]) H. G. K. Westenbrink 1926, l. c.

[3]) C. A. Beevers & C. M. Schwartz, Z. Krist. **91**. 1935. 157 (Strukturbestimmung an synthetischen Kristallen, SB. **3**. 105).

[4]) L. Tokody, Föld. Köz. Budapest **79**. 1949. 68.

3.) Rhomboklas-Coquimbit-Gruppe. Homöotypie Coquimbit-Paracoquimbit.

Rhomboklas	$Fe^{\cdots}H[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}5577 : 1 : 0{,}9370$
Lausenit	$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3 \cdot 6H_2O$	Monoklin, faserig
Kornelit	$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3 \cdot 7^1/_2 H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 0{,}7073 : 1 : 0{,}5419$ $\beta = 97°05'$[1])
Coquimbit	$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3 \cdot 9H_2O$	Hexagonal $a_0 = 10{,}87$ $c_0 = 17{,}06$ $c_0/a_0 = 1{,}570$[2]) $Z = 4$
Paracoquimbit	$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3 \cdot 9H_2O$	Ditrigonal-skalenoedrisch $a_0 = 10{,}92$ $c_0 = 51{,}25$ $c_0/a_0 = 4{,}693$[2]) $Z = 12$
Quenstedtit	$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3 \cdot 10H_2O$	Triklin-pinakoidal $a : b : c = 0{,}2621 : 1 : 0{,}2776$ $\alpha = 94°10'$ $\beta = 101°44^1/_2'$ $\gamma = 96°18^1/_2'$
Alunogen	$Al_2[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$	Triklin-pinakoidal $a : b : c = 0{,}8355 : 1 : 0{,}6752$ $\alpha = 89°58'$ $\beta = 97°26'$ $\gamma = 91°52'$[3])

Mischkristalle sind **Ferrialunogen (Tekticit)**, $(Al, Fe^{\cdots})_2[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$ und **Phosphoralunogen**, $Al_2[PO_3OH \mid (SO_4)_2] \cdot 18H_2O$. **Meta-Alunogen** von Francisco de Ver-

gara, Chile (Gordon 1942), ist eine weiße Pseudomorphose nach Alunogen mit $13^1/_2$ statt $18H_2O$, monoklin.

[1]) W. T. Schaller 1949 (in Dana **2**. 1951. 530).
[2]) R. Hocart in Ungemach, Bull. Soc. Franç. Min. **58**. 1935. 165.
[3]) S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.

4.) Ransomit-Römerit-Gruppe. Heterotypie.

Ransomit	$CuFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 7H_2O$	Rhombisch a : b : c = 1,7407 : 1 : 0,5168
Römerit	$Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 14H_2O$	Triklin-pinakoidal a : b : c = 0,4214 : 1 : 0,4174[1]). $\alpha = 91°17'$ $\beta = 100°30'$ $\gamma = 85°31'$

Zinkrömerit ist $(Fe^{\cdot\cdot},Zn)Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 14H_2O$, **Louderbackit** (Al-Römerit) wohl $Fe(Fe^{\cdot\cdot\cdot},Al)_2[SO_4]_4 \cdot 14H_2O$[2]). **Phillipit,** angeblich $CuFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 12H_2O$, ist nach Groth & Mieleitner vielleicht ein Gemenge eines Ferrisulfates mit Chalkanthit.

[1]) Aufstellung C. W. Wolfe, Am. Min. **22**. 1937. 736.
[2]) R. M. Pearl, Am. Min. **35**. 1950. 1055.

5.) Halotrichit-Reihe (Federalaune).

Monoklin-sphenoidisch[1]), $C_2^1 - P2$. Wohl isotyp. Faseriger Habitus.

Pickeringit	$MgAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$	$a_0 = 20,8$ $b_0 = 24,2$ $c_0 = 6,18$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0,860 : 1 : 0,255$ $\beta = 96°33^1/_2'$ $Z = 4$
Halotrichit	$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$	$a_0 = 20,51$ $b_0 = 24,28$ $c_0 = 6,18$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0,844 : 1 : 0,255$ $\beta = 100°06'$ $Z = 4$
Dietrichit	$ZnAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$	Monoklin
Apjohnit	$MnAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$	Monoklin
Bilinit	$Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$	Wohl monoklin

Diese Mineralien sind meistens Verwitterungsprodukte, die gelegentlich sekundär mehr Wasser aufgenommen oder welches verloren haben. Mischkristalle sind: **Bosjemanit** = manganhaltiger Pickeringit und **Masrit** = Mn-Co-haltiger Pickeringit (?). **Redingtonit** ist wahrscheinlich $(Fe^{\cdot\cdot},Mg,Ni)(Cr,Al)_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$[3]). Ungenau bekannt sind: **Sonomait,** angeblich $Mg_3Al_2[SO_4]_6 \cdot 33H_2O$, **Dumreicherit,** angeblich $Mg_4Al_2[SO_4]_7 \cdot 36H_2O$, **Aromit,** $Mg_6Al_2[SO_4]_9 \cdot 54H_2O$, **Rubrit,** $MgFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4 \cdot 18H_2O$ (monoklin oder rhombisch).

[1]) S. G. Gordon, Ac. Sci. Philadelphia Nat. **101**. 1942.
[2]) M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 724.
[3]) Dana **2**. 1951. 529.

6.) Krausit-Tamarugit-Gruppe.

Tamarugit und Amarillit sind wahrscheinlich isotyp.

Krausit	$KFe'''[SO_4]_2 \cdot H_2O$	Monoklin $a : b : c = 1{,}5401 : 1 : 1{,}7584 \quad \beta = 102°44'$
Tamarugit	$NaAl[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 0{,}2918 : 1 : 0{,}2415 \quad \beta = 94°49^1/_2'$
Amarillit	$NaFe'''[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 0{,}7757 : 1 : 1{,}1482 \quad \beta = 95°37'$

Anhang:

Mendozit	$NaAl[SO_4]_2 \cdot 11H_2O$ (?)	Monoklin, faserig $a : b : c = 2{,}5060 : 1 : 0{,}9125 \quad \beta = 109°01'$
Kalinit	$KAl[SO_4]_2 \cdot 11H_2O$ (?)	Monoklin (?), faserig

7.) Alaun-Gruppe. Kubisch-disdodekaedrisch, $T_h^6 - Pa3$. Isomorphie. Infolge von Mischkristallbildung meist spannungsdoppelbrechend.

Natronalaun	$NaAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$	$a_0 = 12{,}21$	$Z = 4$[1])
Kalialaun	$KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$	$a_0 = 12{,}15$	$Z = 4$[2])
Ammonalaun (Tschermigit)	$NH_4Al[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$	$a_0 = 12{,}23$	$Z = 4$[2])

Natronalaun wandelt sich an Luft in Tamarugit um (Larsen 1935). Die synthetisch bekannten Alaune können nach Lipson (1935) in drei strukturell verschiedene Varianten eingeteilt werden: I. Natronalaun, II. Kalialaun, III. Cäsiumalaun. Variante I umfaßt Natronalaun und $RhCs[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$, Variante II die Alaune K-, NH_4-, Rb-, Tl-$Al[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$, K-, NH_4-, Rb-, $CsCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$, $KAl[SeO_4]_2 \cdot 12H_2O$ und K-, NH_4-, $RbGa[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ sowie $NH_4Fe[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$. Variante III außer Cäsiumalaun noch Cs-, $TlGa[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$, $TlCr[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ und $(NH_3CH_3)Al[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$. In allen drei Varianten sind sämtliche Kationen oktaedrisch von $6H_2O$ umgeben; mit zunehmender Größe von Na, K, Cs erfolgt eine zunehmende Aufweitung der H_2O-Oktaeder, die im Cs-Alaun schließlich so stark ist, daß zusätzlich 6 O der SO_4-Tetraeder an Cs auf die gleiche Entfernung wie die H_2O herankommen. Es ist verständlich, daß mit den kleiner werdenden Abständen von Alkali zu SO_4 in der Reihe Na-, K-, Cs-Alaune die bekannte Abnahme der Löslichkeit, insbesondere die Schwerlöslichkeit des Cs-Alauns, in Zusammenhang stehen wird.

Anhang:

Voltait	$K_2Fe_5''Fe_4'''[SO_4]_{12} \cdot 18H_2O$	Kubisch-hex'oktaedrisch (?) Mit Spannungsdoppelbrechung

Die Formel von Voltait ist nicht ganz gesichert. Synthetisch hergestellte Voltaite (Goßner, Arm, Bäuerlein, Drexler 1929—1933) besitzen die all-

gemeine Zusammensetzung $A_2^{\cdot}R_5^{\cdot\cdot}Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_{12} \cdot 18H_2O$, kubische Symmetrie und meist Spannungsdoppelbrechung. Die Gitterkonstanten a_0 sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

$A^{\cdot}$ = ...	Tl	K	NH_4	Rb
$R^{\cdot\cdot}$ = $Fe^{\cdot\cdot}$	27,35	27,38	27,40	27,44
$R^{\cdot\cdot}$ = Mn	27,71	27,30	27,61	27,66
$R^{\cdot\cdot}$ = Zn	27,06	27,15	—	27,20
$R^{\cdot\cdot}$ = Cd	27,74	27,60	27,91	27,86

Die wahrscheinliche Raumgruppe ist O_h^5 — Fd3c, Z = 16.

---

[1]) H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **151A.** 1935. 347 (Struktur, SB. **3.** 112).
[2]) C. A. Beevers & H. Lipson, Proc. Roy. Soc. London **148A.** 1935. 664 (Struktur, SB. **3.** 108). – Vgl. H. P. Klug & L. Alexander, J. Am. Chem. Soc. **64.** 1942. 1819. – J. W. Menary, Acta Cryst. **8.** 1955. 840.

8.) Löweit-Kröhnkit-Gruppe.

Kröhnkit ist isotyp mit Brandtit $Ca_2Mn[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$[1]).

Löweit*)	$Na_2Mg[SO_4]_2 \cdot 2H_2O$	Trigonal (?) c/a = 0,7017 (?)
Kröhnkit	$Na_2Cu[SO_4]_2 \cdot 2H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$ $a_0 = 5{,}79$ $b_0 = 12{,}60$ $c_0 = 5{,}49$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}460 : 1 : 0{,}436$ $\beta = 108°30'$ Z = 2
Ferrinatrit	$Na_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_3 \cdot 3H_2O$	Hexagonal c/a = 0,5528 ($\alpha = 111°11'$)
Goldichit	$KFe^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$ $a_0 = 10{,}45$ $b_0 = 10{,}55$ $c_0 = 9{,}15$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}991 : 1 : 0{,}867$ $\beta = 101°49'$ Z = 4

---

*) Benennung nach dem österreich. k. k. General-, Land- und Hauptmünzprobierer Alexander Löwe.
[1]) B. Dahlmann, Ark. Min. Geol. Stockholm **1.** 1952. 339 (Struktur). – Aufstellung Darapsky 1889.
[2]) W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. J. Sci. **237.** 1939 447. – Nach M. Leone, Rend. Soc. Min. Ital. **9.** 1953. 251, ist $b_0 = 16{,}65$ und $\beta = 106°40'$.
[3]) A. Rosenzweig & E. B. Gross, Am. Min. **40.** 1955. 469.

9.) Blödit-Leonit-Gruppe.

Blödit (Astrakanit)	$Na_2Mg[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$ $a_0 = 11{,}06$ $b_0 = 8{,}17$ $c_0 = 5{,}50$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}354 : 1 : 0{,}673$ $\beta = 100°39'$ Z = 2

Leonit (**Kaliastrakanit**)	$K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 1{,}2335 : 1 : 1{,}0382$ $\beta = 95°10'$
„Mangan-Leonit" (synthetisch)	$K_2Mn[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 12{,}01$ $b_0 = 9{,}59$ $c_0 = 9{,}97$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}252 : 1 : 1{,}040$ $\beta = 95°$ $Z = 4$

[1]) C. Lauro, Per. Min. **11**. 1940. 39.
[2]) H. Anspach, Z. Krist. **101**. 1939. 39 (Struktur, SB. **7**. 32).

10.) Schönit-Reihe (Tuttonsche Salze). Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/a$. Isotypie und weitgehende Mischkristallbildung.

Schönit[1]) (**Pikromerit**)	$K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}06$ $b_0 = 12{,}26$ $c_0 = 6{,}11$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}739 : 1 : 0{,}498$ $\beta = 104°48'$ $Z = 2$
Cyanochroit	$K_2Cu[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a : b : c = 0{,}7490 : 1 : 0{,}5088$ $\beta = 104°28'$
Boussingaultit	$(NH_4)_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}30$ $b_0 = 12{,}60$ $c_0 = 6{,}21$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}738 : 1 : 0{,}493$ $\beta = 107°06'$ $Z = 2$
Synthetisch	$(NH_4)_2Fe[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}30$ $b_0 = 12{,}60$ $c_0 = 6{,}23$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}738 : 1 : 0{,}494$ $\beta = 106°50'$ $Z = 2$
Synthetisch	$(NH_4)_2Zn[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}22$ $b_0 = 12{,}50$ $c_0 = 6{,}24$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}738 : 1 : 0{,}499$ $\beta = 106°52'$ $Z = 2$
Synthetisch	$(NH_4)_2Cd[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}37$ $b_0 = 12{,}73$ $c_0 = 6{,}28$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}736 : 1 : 0{,}493$ $\beta = 106°41'$ $Z = 2$
Synthetisch	$Tl_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}24$ $b_0 = 12{,}44$ $c_0 = 6{,}20$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}743 : 1 : 0{,}498$ $\beta = 106°30'$ $Z = 2$
Synthetisch	$(NH_4)_2Mg[SeO_4]_2 \cdot 6H_2O$	$a_0 = 9{,}44$ $b_0 = 12{,}75$ $c_0 = 6{,}31$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}740 : 1 : 0{,}495$ $\beta = 106°27'$ $Z = 2$

In diesen Verbindungen sind die mittelgroßen Kationen pseudooktaedrisch von $6H_2O$ umgeben, die großen Kationen mehr unregelmäßig von $5O + 3H_2O$.

[1]) Reichardt 1866. Die gleiche Kristallart, jedoch als Kunstprodukt erhalten, wurde von Scacchi 1855 als picromeride bezeichnet.
[2]) W. Hofmann, Z. Krist. **78**. 1931. 279, an synthet. Kristallen (Struktur, SB. **2**. 93).

11.) Polyhalit-Reihe. Isotypie.

Polyhalit $K_2Ca_2Mg[SO_4]_4 \cdot 2H_2O$ Triklin-pinakoidal, pseudorhombisch
a : b : c = 0,7176 : 1 : 0,4657[1])
$\alpha = 90°39'$ $\beta = 90°06^1/_2'$ $\gamma = 91°53'$

Leightonit $K_2Ca_2Cu[SO_4]_4 \cdot 2H_2O$ Triklin-pinakoidal, pseudorhombisch
a : b : c = 0,7043 : 1 : 0,4578[1])
$\alpha = \beta = \gamma \sim 90°$

Anhang:

Görgeyit[2]) **(Micheewit)**[2a]) $K_2Ca_5[SO_4]_6 \cdot 1{,}5H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 17{,}1$ $b_0 = 6{,}71$ $c_0 = 18{,}2$[2b])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}55 : 1 : 2{,}72$
$\beta = 114° \pm 30'$ $Z = ?$[2c])

[1]) Ch. Palache und M. A. Peacock, Am. Min. **23**. 1938. 34 u. 38 (Aufstellung).
[2]) H. Mayrhofer, N. Jb. Min. Mh. 1953. 35. – Analyse W. Zwicker.
[2a]) E. J. Nefedow in V. A. Mokievsky, Mém. Soc. Russe Min. **82**. 1953. 311. – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **40**. 1955. 551 (Identität Görgeyit–Micheewit); H. Meixner, Geologie **4**. 1955. 526.
[2b]) N. J. Nefedow, Geologie **4**. 1955. 526.
[2c]) Mit D = 2,93 (Nefedow): Z = 1,7; mit D = 2,77 (Meixner): Z = 1,6.

12.) Mirabilit-Syngenit-Gruppe. Syngenit und Koktait sind isomorph.

Matteuccit[1]) $NaH[SO_4] \cdot H_2O$ —

Lecontit $(NH_4)Na[SO_4] \cdot 2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
a : b : c = 0,4859 : 1 : 0,6330

Mirabilit **(Glaubersalz)** $Na_2[SO_4] \cdot 10H_2O$ Monoklin-prismatisch
a : b : c = 1,1096 : 1 : 1,2380 $\beta = 107°45'$

Syngenit $K_2Ca[SO_4]_2 \cdot H_2O$ Monoklin-prismatisch $C^2_{2h} - P\,2_1/m$[2a])
$a_0 = 9{,}72$ $b_0 = 7{,}16$ $c_0 = 6{,}21$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}358 : 1 : 0{,}867$
$\beta = 104°05'$

Koktait $(NH_4)_2Ca[SO_4]_2 \cdot H_2O$ Monoklin
$a_0 = 10{,}17$ $b_0 = 7{,}15$ $c_0 = 6{,}34$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}423 : 1 : 0{,}887$
$\beta = 102°45'$

[1]) G. Carobbi & C. Cipriani, Rend. Acad. Lincei **12**. 1952. 23 (Formel durch Vergleich der Optik und Pulverdiagramme mit synthetischem Material).
[2]) Laszkiewicz, Arch. Min. Soc. Warsaw **12**. 1936. 8.
[2a]) C. Kurylenko, Acta Cryst. **7**. 1954. 630: $a_0 = 9{,}55$, $b_0 = 7{,}13$, $c_0 = 5{,}66$.
[3]) D. Němec, Acta Acad. Sci. Moravo-Siles. **24**. 1952. 195; Erstbeschreibung: J. Sekanina, l. c. **20**. 1948. 1.

13.) Gips-Reihe. Gips ist isotyp mit Brushit $CaH[PO_4]\cdot 2H_2O$, Pharmakolith $CaH[AsO_4]\cdot 2H_2O$ und Weinschenkit $Y[PO_4]\cdot 2H_2O$. Ardealit ist kein Mischkristall, sondern enthält P und S im festen stöchiometrischen Verhältnis 1 : 1.

Gips	$Ca[SO_4]\cdot 2H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - A2/n$ $a_0 = 5{,}68$ $b_0 = 15{,}18$ $c_0 = 6{,}29$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}374 : 1 : 0{,}414$ $\beta = 113°50'$ $Z = 4$
Ardealit	$Ca_2H[PO_4SO_4]\cdot 4H_2O$	Monoklin(-sphenoidisch?) $a_0 = 5{,}68$ $b_0 = 14{,}67$ $c_0 = 6{,}29$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}387 : 1 : 0{,}429$ $\beta \sim 113°$ $Z = 2$

Anhang:

Bassanit	$Ca[SO_4]\cdot {}^1/_2H_2O$	Hexagonal $D_6^4 - P6_222$ $a_0 = 6{,}83$ $c_0 = 6{,}25$[3]) $c_0/a_0 = 0{,}915$

Für Gips wurde die Aufstellung von W. F. de Jong & J. Bouman (1939) angenommen, die aus derjenigen von Descloizeaux und Miller durch die Transformation $h_{alt} = \frac{h}{2} + \frac{l}{2}$, $k = k$, $l = l$ entsteht. Diese Zelle ist zwar nicht basiszentriert, sondern flächenzentriert, sie führt aber zu einer morphologisch sympathischen Aufstellung: die Spur der faserigen Spaltbarkeit verläuft parallel der a-Achse, die der splitterigen Spaltbarkeit parallel der c-Achse; die sehr gute Spaltbarkeit bleibt wie üblich parallel der Fläche (010), die langgestreckten Zwillinge (Tirol, Mitteldeutschland) haben als Zwillingsebene (100), die Montmartre-Zwillinge (101).

Experimentell läßt sich beim Erhitzen von Gips der stufenweise Übergang Gips → Bassanit → γ-$CaSO_4$ → Anhydrit beobachten (Flörke 1952). Der Umwandlungspunkt Gips → Anhydrit in gesättigter Steinsalzlösung liegt bei 18° C (D'Ans & Brettschneider 1955). Natürlicher Bassanit (Calciumsulfat-Hemihydrat) besitzt nadeligen Habitus und ist aus den USA und der UdSSR bekannt geworden.

[1]) W. F. de Jong & J. Bouman, Z. Krist. **100**. 1938. 275; auch Dana **2**. 1951. 482 (Aufstellung). – W. A. Wooster, Z. Krist. **94**. 1936. 375 (Struktur, SB. **4**. 47). – J. D'Ans & D. Brettschneider, Kali und Steinsalz **9**. 1955. 17 (Umwandlungspunkte).

[2]) F. Halla, Z. Krist. **80**. 1931. 349. – Aufstellung analog Gips.

[3]) Für das synthet. Hemihydrat. Caspari 1936, Berg & Sveshnikowa 1946; Raumgruppe nach O. W. Flörke, N. Jb. Min. **84**. 1952. 189. Flörke findet etwas größere Gitterkonstanten.

D.) Wasserhaltige Sulfate mit fremden Anionen

1.) Langit-Vernadskyit-Gruppe

Langit	$Cu_4[(OH)_6 \mid SO_4]\cdot H_2O$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}5347 : 1 : 0{,}6346$

Ktenasit $(Cu,Zn)_3[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ (?)
Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P\,2_1/c$
$a_0 = 11{,}16$ $b_0 = 6{,}11$ $c_0 = 23{,}74$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}826 : 1 : 3{,}885$
$\beta = 95°24'$

Kamarezit $Cu_3[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot 6H_2O$ Rhombisch (?)
$a : b : c = ? : 1 : 0{,}601$

Vernadskyit $Cu_4[(OH)_2 \mid (SO_4)_3] \cdot 4H_2O$ Kristallsymmetrie ?

Mooreit $(Mg, Zn, Mn)_8[(OH)_{14} \mid SO_4] \cdot 4H_2O$ (?)
Monoklin-prismatisch C_{2h}^2—$P\,2_1/m$
$a_0 = 11{,}20$ $b_0 = 20{,}29$ $c_0 = 19{,}56$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}552 : 1 : 0{,}964$
$\beta = 122°23'$ $Z = 13$ (?)

Kamarezit besitzt im Achsenverhältnis Ähnlichkeit mit Brochantit (VI. B. 1). **Torreyit** (δ-Mooreit), $(Mg,Zn,Mn)_7[(OH)_{12} \mid SO_4] \cdot 4H_2O$, gibt ein von Mooreit verschiedenes Röntgenbild[2]).

---

[1]) P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 342.
[2]) J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.

2.) Butlerit-Amarantit-Gruppe.

Metahohmannit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$
Opt. zweiachsig

Butlerit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ Monoklin-pseudorhombisch
$a : b : c = 0{,}9005 : 1 : 1{,}3606$
$\beta \sim 90°$

Parabutlerit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}9874 : 1 : 1{,}3680$

Synthetisch $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ Monoklin
$a : b : c = 0{,}858 : 1 : 1{,}358$
$\beta = 108°36'$

Amarantit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 3H_2O$ Triklin-pinakoidal
$a : b : c = 0{,}7692 : 1 : 0{,}5738$
$\alpha = 95°38'$ $\beta = 90°24'$ $\gamma = 97°13'$

Hohmannit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$ Triklin-pinakoidal
$a : b : c = 0{,}7283 : 1 : 0{,}8936$
$\alpha = 90°10\frac{1}{2}'$ $\beta = 91°10'$
$\gamma = 101°13'$

Fibroferrit $Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 4\frac{1}{2}H_2O$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}5604 : 1 : 0{,}2162$

Slavikit	$Fe'''[OH \mid SO_4] \cdot 8H_2O$ (?)	Hexagonal-rhomboedrisch c/a = 1,389

Nach der hier vorgenommenen Umstellung von Parabutlerit abc (neu) = cab (alt), werden metrische Beziehungen zu Butlerit und der analogen synthetischen Verbindung erkennbar.

Hohmannit ist vielleicht mit Amarantit identisch; in trockener Luft geht er leicht in Metahohmannit über.

3.) Aluminit-Cyanotrichit-Gruppe.

Minasragrit	$V_2''''[(OH)_2 \mid (SO_4)_3] \cdot 15H_2O$	Monoklin-prismatisch a:b:c = 0,7196:1:0,6656 $\beta = 110°57'$
Aluminit	$Al_2[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot 7H_2O$	Monoklin (?)
Chalkophyllit	$Cu_{18}Al_2[(OH)_9 \mid SO_4AsO_4]_3 \cdot 36H_2O$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$ $a_0 = 10{,}77$ $c_0 = 57{,}51$[1]) $c_0/a_0 = 5{,}340$ $Z = 3$ $a_{rh} = 20{,}49$ $\alpha = 30°40'$ $Z = 1$
Felsöbanyit	$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 5H_2O$	Rhombisch a : b : c = 0,675 : 1 : ?
Basaluminit[2])	$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 5H_2O$	Hexagonal (?)
Winebergit	$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 7H_2O$	—
Hydrobasaluminit[2])	$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 36H_2O$	—
Trudellit	$Al_{10}[(OH)_4 \mid Cl_4 \mid SO_4]_3 \cdot 30H_2O$	Hexagonal
Zinkaluminit	$Zn_3Al_3[(OH)_{13} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$	Hexagonal
Chalkoalumit	$CuAl_4[(OH)_{12} \mid SO_4] \cdot 3H_2O$	Triklin (?)
Spangolith	$Cu_6Al[(OH)_{12} \mid Cl \mid SO_4] \cdot 3H_2O$	Ditrigonal-pyramidal $C_{3v}^3 - P3c1$ $a_0 = 8{,}245$ $c_0 = 14{,}34$[3]) $c_0/a_0 = 1{,}739$ $Z = 2$
Cyanotrichit (Lettsomit)	$Cu_4Al_2[(OH)_{12} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$	Rhombisch
Glaukokerinit	$(Zn,Cu)_{10}Al_4[(OH)_{30} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$	Rhombisch (?) Gerade auslöschende Fasern
Botryogen	$MgFe'''[OH \mid (SO_4)_2] \cdot 7H_2O$	Monoklin-prismatisch a:b:c = 0,5893:1:0,3996 $\beta = 100°01'$

Copiapit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[OH \mid (SO_4)_3]_2 \cdot 20H_2O$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 7{,}34 \quad b_0 = 18{,}19$
$c_0 = 7{,}28$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}404 : 1 : 0{,}400$
$\alpha = 93°50' \quad \beta = 101°30'$
$\gamma = 99°23' \quad Z = 1$

Guildit $Cu_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[(OH)_4 \mid (SO_4)_7] \cdot 15H_2O$ Monoklin
$a : b : c = 1{,}037 : 1 : 1{,}407$
$\beta = 105°47'$

Felsöbanyit und Basaluminit haben offenbar gleiche Zusammensetzung, geben aber unterschiedliche Pulverdiagramme; durch Erhitzen des letzteren auf 150° C erhält man wasserfreien „Metabasaluminit". **Paraaluminit** soll sich nur durch höheren Wassergehalt von Felsöbanyit unterscheiden. **Planoferrit,** $Fe_2[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot 13H_2O$ (?), ist vielleicht rhombisch.

Im Copiapit können an Stelle von $Fe^{\cdot\cdot}$ auch andere Kationen sein: Mg **(Magnesiocopiapit),** Cu **(Cuprocopiapit),** $^2/_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ **(Ferricopiapit),** $^2/_3Al$ **(Aluminiocopiapit)** und wohl noch andere.

---

[1]) L. G. Berry & H. R. Steacy, Am. Min. **32**. 1947. 196; vgl. auch M. Federico 1953.
[2]) F. A. Bannister & S. E. Hollingworth, Nature **162**. 1948. 565. – Hollingworth & Bannister, Min. Mag. **29**. 1950. 1.
[3]) C. Frondel, Am. Min. **34**. 1949. 181.
[4]) Ch. Palache, M. A. Peacock & L. G. Berry, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **50**. 1946. 9. – Vgl. M. A. Peacock, Am. Min. **23**. 1938. 3.

4.) Kainit-Natrochalcit-Gruppe.

Kainit $KMg[Cl \mid SO_4] \cdot 3H_2O$ Monoklin-prismatisch C^3_{2h}—C 2/m
$a_0 = 19{,}76 \quad b_0 = 16{,}26 \quad c_0 = 9{,}57$
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}216 : 1 : 0{,}588$
$\beta = 94°56' \quad Z = 16$[1])

Natrochalcit $NaCu_2[OH \mid (SO_4)_2] \cdot H_2O$ Monoklin-prismatisch C^3_{2h}—C 2/m
$a_0 = 8{,}76 \quad b_0 = 6{,}16 \quad c_0 = 6{,}54$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}422 : 1 : 1{,}062$
$\beta = 118°42^1/_2' \quad Z = 2$

Devillin*) $CaCu_4[(OH)_3 \mid SO_4]_2 \cdot 3H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 1{,}8161 : 1 : 1{,}4002$
$\beta = 91°10'$

Serpierit $Ca(Cu,Zn)_4[(OH)_3 \mid SO_4]_2 \cdot 3H_2O$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}8586 : 1 : 1{,}3637$

Arzrunit $Pb_2Cu_4[O_2 \mid Cl_6 \mid SO_4] \cdot 4H_2O$ Rhombisch
a : b : c = 0,5773 : 1 : 0,4163

---

[1]) H. Linstedt, Naturw. **38**. 1951. 476. – Vgl. auch R. C. Evans in Dana **2**. 1951. 594.
[2]) W. E. Richmond in Ch. Palache, Am. J. Sci. **237**. 1939. 451.
*) Devillin (Pisani 1864); damit identisch sind Urvölgyit (Szabó 1879) und Herrengrundit (Brezina 1879).

5.) Ettringit-Metavoltin-Gruppe.

Ettringit $Ca_6Al_2[(OH)_4 \mid SO_4]_3 \cdot 26H_2O$ Dihexagonal-dipyramidal
D^4_{6h}—$P6_3/mmc$
$a_0 = 11{,}26$ $c_0 = 21{,}49$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}910$ $Z = 2$

Creedit $Ca_3Al_2[(F,OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ Monoklin-domatisch
C^4_s—Cc (?)
$a_0 = 14{,}03$ $b_0 = 8{,}51$
$c_0 = 9{,}93$
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}649 : 1 : 1{,}166$
$\beta = 94°30'$ $Z = 4$[2])

Sideronatrit $Na_2Fe'''[OH \mid (SO_4)_2] \cdot 3H_2O$ Rhombisch (?)

Metasideronatrit $Na_2Fe'''[OH \mid (SO_4)_2] \cdot 1^1/_2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}4571 : 1 : 0{,}1187$

Metavoltin α-$K_5Fe^{III}_3[OH \mid (SO_4)_3]_2 \cdot 8H_2O$ Hexagonal-dipyramidal
$c/a = 2{,}5143$[3])

„β-Metavoltin" (Kunstprodukt) β-$K_5Fe^{III}_3[OH \mid (SO_4)_3]_2 \cdot 8H_2O$ Monoklin-pseudohexagonal
$a_0 \sim c_0 \sim 9{,}4$ $b_0 = 18{,}69$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 \sim 1 : 1{,}988 : 1$
$\beta = 120°$

Ungemachit $K_3Na_9Fe'''[OH \mid (SO_4)_2]_3 \cdot 9H_2O$ Trigonal-rhomboedrisch
C^2_{3i}—R$\bar{3}$
$a_0 = 10{,}86$ $c_0 = 24{,}87$[5])
$c_0/a_0 = 2{,}290$
$a_{rh} = 10{,}39$ $\alpha = 62°59^1/_2'$
$Z = 1$

Klinoungemachit $K_3Na_9Fe'''[OH \mid (SO_4)_2]_3 \cdot 9H_2O$ Monoklin-prismatisch pseudorhomboedrisch
$a : b : c = 1{,}6327 : 1 : 1{,}7308$
$\beta = 110°40'$

Beim Erhitzen von Ettringit erhält man eine orientierte Pseudomorphose mit $a_0 = 8{,}47$, $c_0 = 10{,}2$ und gleicher Raumgruppe.

---

[1]) F. A. Bannister, Min. Mag. **24**. 1936. 324.

[2]) G. Frenzel, N. Jb. Min. Mh. 1953. 241. – Vgl. C. W. Wolfe & C. Frondel in Dana **2**. 1951. 129. Für „Belyankit" (= Creedit, Ermilowa & Molewa 1953) fand Dorfman 1950: $a_0 = 13{,}47$, $b_0 = 8{,}46$, $c_0 = 9{,}89$, $\beta = 93 \pm 1/2°$. – Vgl. auch Herzenberg 1949.

[3]) M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 735. – B. Goßner & M. Arm, Z. Krist. **72**. 1929. 205, fanden am synthetischen Material $a_0 = 19{,}47$, $c_0 = 18{,}64$, $c_0/a_0 = 0{,}957$, $Z = 8$, Kristallsymmetrie C_{6h} – 6/m.

[4]) B. Goßner, Zbl. Min. 1936. 262.

[5]) M. A. Peacock & M. C. Bandy, Am. Min. **23**. 1938. 314. – Formel nach C. Frondel in Dana **2**. 1951. 596.

6.) Gruppe der Uranyl-Sulfate.

a) Uranopilit-Reihe. Homöotypie (?).

Uranopilit (Uranocker)	$[6UO_2 \mid 5(OH)_2 \mid 1SO_4] \cdot 12H_2O$ $1H_2O$	Monoklin $a_0 = — \; b_0 = — \; c_0 = 8{,}91$[1])
Zippeit (Uranblüte)	$[6UO_2 \mid 3(OH)_2 \mid 3SO_4] \cdot 12H_2O$ $3H_2O$	Rhombisch $a_0 = 17{,}34$ (8,67) $b_0 = 7{,}14$ (14,28) $c_0 = 4{,}43$[2]) (8,86)
Synthetisch	$[6UO_2 \mid 2(OH)_2 \mid 4SO_4] \cdot 12H_2O$ $4H_2O$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^3 — C 2/m $a_0 = 8{,}81 \quad b_0 = 14{,}13$ $c_0 = 8{,}85$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}623 : 1 : 0{,}626$ $\beta = 104°15' \quad Z = 1$
Synthetisch	$[6UO_2 \mid — \mid 6SO_4] \cdot 12H_2O$ $6H_2O$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pbnm $a_0 = 12{,}58 \quad b_0 = 6{,}73$ $c_0 = 17{,}00$[3]) $Z = 4/3$

b) Johannit

Johannit (Uranvitriol)	$Cu[UO_2 \mid OH \mid SO_4]_2 \cdot 6H_2O$	Triklin. Pseudomonoklin $a_0 = 16{,}54 \quad b_0 = 6{,}84$ $c_0 = 18{,}02$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}418 : 1 : 2{,}635$ $\alpha = 90°54' \quad \beta = 110°37'$ $\gamma = 90°38' \quad Z = 4$

Uranopilit bildet seidenglänzende, zu Knäueln verfilzte Fasern von grünlichgelber bis goldgelber Farbe, Zippeit blaß- bis orangegelbe haarförmige Fasern

und erdige Krusten, Johannit grüne prismatisch spaltende Kriställchen in nierigen Aggregaten

Meta-Uranopilit[5]) (β-Uranopilit, Novaček 1935) soll pro Formeleinheit nur $10H_2O$ enthalten. **Cuprozippeit** soll 5% CuO enthalten. **Peligotit** (Melkow 1942) ist wahrscheinlich identisch mit Johannit[4a]).

---

[1]) R. J. Traill, Am. Min. **37**. 1952. 394, für Uranopilit von Goldfields, Saskatchewan, c_0 = Faserachse.

[2]) Thompson (1954) aus Pulveraufnahmen; würde man a_0 halbieren, b_0 und c_0 verdoppeln, so erhielte man gute Übereinstimmung mit der synthetischen Substanz von Traill (1952).

[3]) R. J. Traill, 1952 l. c.

[4]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **35**. 1950. 531, für Johannit von Joachimsthal. – Nach J. D. H. Donnay, Am. Min. **40**. 1955. 1131: $a_0 = 8{,}92$, $b_0 = 9{,}59$, $c_0 = 6{,}84$, $\alpha = 110°1/2'$, $\beta = 111°59'$, $\gamma = 100°18'$, $Z = 1$. – [4a]) Nach M. Fleischer, Am. Min. **40**. 1955. 369.

[5]) C. Frondel, Am. Min. **37**. 1952. 950.

E.) Tellurate und Chromate

1.) Gruppe der Tellurate.

Ferrotellurit	$Fe[TeO_4]$ (?)	Kristallsymmetrie ?
Magnolit	$Hg_2[TeO_4]$ (?)	Kristallsymmetrie ?
Teineit	$Cu[(Te, S)O_4] \cdot 2H_2O$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}7051 : 1 : 0{,}7860$
Montanit	$[(BiO)_2 \mid TeO_4] \cdot 2H_2O$	Monoklin, faserig

Im Teineit, mit $Te : S = 10 : 3$, sind Tellur und Schwefel anscheinend strukturell gleichwertig.

2.) Tarapacait-Krokoit-Gruppe.

Tarapacait	$K_2[CrO_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}—Pmcn $a_0 = 5{,}93$ $b_0 = 10{,}42$ $c_0 = 7{,}63$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}569 : 1 : 0{,}732$ $Z = 4$
Krokoit (Rotbleierz)	$Pb[CrO_4]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/n$ $a_0 = 7{,}11$ $b_0 = 7{,}41$ $c_0 = 6{,}81$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}960 : 1 : 0{,}919$ $\beta = 102°33'$ $Z = 4$
Vauquelinit	$(Pb, Cu)_{<1}[(Cr, P)O_4]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/n$ $a_0 = 13{,}68$ $b_0 = 5{,}83$ $c_0 = 9{,}53$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}346_5 : 1 : 1{,}637$ $\beta = 93°58'$ $Z = 8$

Tarapacait ist isotyp mit Mascagnit $(NH_4)_2[SO_4]$, Krokoit (nach Clouse

1930) vielleicht mit Monazit $CePO_4$; eine instabile rhombische Modifikation von $PbCrO_4$ ist isotyp mit Schwerspat.

[1]) W. H. Zachariasen & G. E. Ziegler, Z. Krist. **80**. 1931. 164, an künstl. Kristallen (Struktur, SB. **2**. 446).
[2]) R. Brill, Z. Krist. **77**. 1931. 506. – Vgl. S. v. Gliszczynski, Z. Krist. **101**. 1939. 1. – S. Blazer Brody, J. Chem. Phys. **10**. 1942. 650.
[3]) L. G. Berry, Am. Min. **34**. 1949. 275.

3.) Phoenikochroit-Lopezit-Gruppe.

Phoenikochroit $Pb_3[O \mid (CrO_4)_2]$ Rhombisch

Lopezit $K_2[Cr_2O_7]$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 7{,}52$ $b_0 = 13{,}43$ $c_0 = 7{,}39$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}560 : 1 : 0{,}550$
$\alpha = 98°00'$ $\beta = 90°51'$ $\gamma = 96°13'$ $Z = 4$

Bellit, wahrscheinlich hexagonal, ist entweder ein Bleiarsenchromat oder ein Gemenge.

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **72**. 1930. 476 (für künstliche Kristalle).

F.) Molybdate und Wolframate

1.) Wolframit-Reihe. Monoklin-prismatisch, C_{2h}^4–P2/c. Isotypie.

Ferberit $Fe[WO_4]$ $a_0 = 4{,}71$ $b_0 = 5{,}70$ $c_0 = 4{,}94$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}826 : 1 : 0{,}867$ $\beta = 90°$ $Z = 2$

Wolframit $(Mn,Fe)[WO_4]$ $a_0 = 4{,}79$ $b_0 = 5{,}74$ $c_0 = 4{,}99$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}834_5 : 1 : 0{,}869$ $\beta = 90°26'$ $Z = 2$

Hübnerit $Mn[WO_4]$ $a_0 = 4{,}85$ $b_0 = 5{,}77$ $c_0 = 4{,}98$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}841 : 1 : 0{,}863$ $\beta = 90°53'$ $Z = 2$

Sanmartinit $(Zn,Fe)[WO_4]$ $a_0 = 4{,}72$ $b_0 = 5{,}75$ $c_0 = 4{,}97$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}821 : 1 : 0{,}864$ $\beta \sim 90°$ $Z = 2$

Anhang:

Raspit α-$Pb[WO_4]$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 5{,}58$ $b_0 = 5{,}00$ $c_0 = 13{,}64$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}116 : 1 : 2{,}728$ $\beta = 107°33'$

[1]) E. K. Broch, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1929, Nr. 8.
[2]) V. Angelelli & S. G. Gordon, Not. Nat. Acad. Sci. Philadelphia **205**. 1948. 7.
[3]) R. Shaw & G. F. Claringbull, Min. Soc. 1955.

2.) Scheelit-Reihe. Tetragonal-dipyramidal, C_{4h}^6–$I4_1/a$. Isotypie.

Powellit $Ca[MoO_4]$ $a_0 = 5{,}24$ $c_0 = 11{,}46$ $c_0/a_0 = 2{,}187$ $Z = 4$[1])
$c/a = 1{,}5457$

Scheelit	$Ca[WO_4]$	$a_0 = 5{,}25$ $c_0 = 11{,}40$ $c_0/a_0 = 2{,}171$ $c/a = 1{,}5268$	$Z = 4$[2])
Stolzit	β-$Pb[WO_4]$	$a_0 = 5{,}45$ $c_0 = 12{,}03$ $c_0/a_0 = 2{,}207$ $c/a = 1{,}5606$	$Z = 4$[3])

Anhang:

Wulfenit (Gelbbleierz)	$Pb[MoO_4]$	Tetragonal-pyramidal $a_0 = 5{,}42$ $c_0 = 12{,}10$ $c_0/a_0 = 2{,}233$ $c/a = 1{,}5777$	$Z = 4$[4])

Cuproscheelit, $(Ca,Cu)[WO_4]$, und **Cupritungstit,** fast reines $Cu[WO_4]$, sind nur derb bekannt und wohl aus Scheelit durch Verdrängung von Ca durch Cu entstanden. Mischkristalle Powellit-Scheelit können als **Wolfram-Powellit (Tungsto-Powellit)**[5]) und **Molybdoscheelit** (Seyrigit) bezeichnet werden; einen Versuch, das Mischungsverhältnis aus den d-Werten abzuleiten, machte Vermaas[6]).

Wulfenit entspricht gittermäßig dem Scheelit, morphologisch zeigt er nur tetragonal-pyramidale Symmetrie[4a]). **Chillagit,** $Pb[(Mo,W)O_4]$, ist wohl ein Zwischenglied zwischen Wulfenit und Stolzit. **Eosit,** ein V-haltiger Wulfenit, enthält wahrscheinlich VO_4 z. T. für MoO_4.

Die Elementarzelle ist gegenüber der morphologischen Orientierung um 45° um c [001] gedreht.

[1]) L. Vegard, Phil. Mag. **1**. 1926. 1151 (Struktur). – Vgl. A. Maucher, Z. angew. Min. **1**. 1938. 103.

[2]) L. Vegard 1926, l. c. (Struktur, SB. **1**. 347). – Vgl. T. F. W. Barth, Norsk. Geol. Tidskr. **9**. 1926. 24. – L. G. Sillén & A. L. Nylander, Ark. Kemi **17A**. 1943.

[3]) L. Vegard & A. Refsum, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1927, Nr. 2.

[4]) L. Vegard, Phil. Mag. **1**. 1926. 1151; L. Vegard & A. Refsum, Skr. Norsk. Ak. Oslo, Mat.-Nat. Kl. 1927, Nr. 2 (Struktur). – Vgl. L. G. Sillén & A. L. Nylander, Ark. Kemi **17A**. 1943. Nr. 4. – [4a]) Vgl. C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 857. – W. Kleber Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin **5**. 1955/56. 1.

[5]) O. Ödman 1950, mit 10–14% WO_3.

[6]) F. H. S. Vermaas, Am. Min. **37**. 1952. 719.

3.) Lindgrenit-Ferrimolybdit-Gruppe (mit fremden Anionen bzw. H_2O).

Lindgrenit	$Cu_3[OH \mid MoO_4]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/n$ $a_0 = 5{,}61$ $b_0 = 14{,}06$ $c_0 = 5{,}40$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}399 : 1 : 0{,}384$ $\beta = 98°23'$	$Z = 2$
Ferrimolybdit (Molybdit z. T.)	$Fe_2^{\cdots}[MoO_4]_3 \cdot 7H_2O$	Rhombisch	
Ferritungstit	$Ca_2Fe_2^{\cdots}Fe_2^{\cdots}[WO_4]_7 \cdot 9H_2O$	Tetragonal $a_0 = 10{,}28$ $c_0 = 7{,}28$[2]) $c_0/a_0 = 0{,}708$	$Z = 1$
Umohoit	$[UO_2 \mid MoO_4] \cdot 4H_2O$	Hexagonal $a_0 = 8{,}60$ $c_0 = 14{,}45$[3]) $c_0/a_0 = 1{,}681$	

Umohoit zeigt gittermäßig enge Beziehungen zu $Ca[UO_2 \mid O_2]$, Bequerelit und Fourmarierit; **Priguinit**, $H_2[UO_2 \mid (MoO_4)_2] \cdot 3\,H_2O$, gelb, und **Moluranit**, $H_6[(UO_2)_3 \mid (MoO_4)_5] \cdot 9\,H_2O$, schwarz, sind nicht näher bekannt[4]).

Zersetzungsprodukte von Wolframerzen, deren Selbständigkeit nicht gesichert ist: **Cuprotungstit**, $Cu_2[(OH)_2 \mid WO_4]$; **Anthoinit**[5]), $Al[OH \mid WO_4]$; **Farallonit**[6]), $2MgO \cdot W_2O_5 \cdot SiO_2 \cdot n\,H_2O$.

Thorotungstit, ein Zersetzungsprodukt des Scheelits, soll Beziehungen zu Wolframocker aufweisen und wurde statt hier in Gruppe IV. E. untergebracht.

---

[1]) W. H. Barnes 1947; Am. Min. **34** 1949. 163.
[2]) D. H. Richter, L. E. Reichen & D. M. Lemmon, Am. Min. **42**. 1957. 83.
[3]) Brophy & Kerr, Am. Min. (in Druck).
[4]) Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).
[5]) N. Varlamoff 1947.
[6]) N. N. Kuhanowski 1953, das Pulverdiagramm soll dem von Diopsid gleichen.

VII.

Klasse der Phosphate, Arsenate, Vanadate

Übersicht:

A.) Wasserfrei, ohne fremde Anionen

Kleine Kationen (u. a.)

1.) Berlinit-Beryllonit-Gruppe	$Al[PO_4]$, $NaBe[PO_4]$.

Mittelgroße Kationen

2.) Triphylin-Reihe	$LiFe^{\cdot\cdot}[PO_4]$.
3.) Graftonit-Karyinit-Gruppe	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn, Ca)_3[PO_4]_2$.
	$(Mn, Ca, Pb, Mg)_3[AsO_4]_2$.

Große Kationen (u. a.)

4.) Hagendorfit-Reihe	$(Na, Ca)(Fe, Mn)_2[PO_4]_2$.
5.) Arrojadit-Reihe	$Na_2(Fe^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})_5[PO_4]_4$.
6.) Berzeliit-Reihe	$(Ca, Na)_3(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$.
7.) Monetit-Schultenit-Gruppe	$CaH[PO_4]$, $PbH[AsO_4]$.
8.) Xenotim-Reihe	$Y[PO_4]$.
9.) Monazit-Reihe	$Ce[PO_4]$.
10.) Rhabdophan-Reihe	$Ce[PO_4]\cdot 0{-}0{,}5\,H_2O$.
11.) Pucherit-Gruppe	$Bi[VO_4]$.

Die Anordnung entspricht im allgemeinen der zunehmenden Größe der Kationen-Radien.

B.) Wasserfrei, mit fremden Anionen

Kleine Kationen (u. a.)

1.) Herderit-Väyrynenit-Gruppe	$CaBe[(F, OH) \mid PO_4]$,
	$MnBe[(OH, F) \mid PO_4]$.

Mittelgroße Kationen

2.) Amblygonit-Reihe	$LiAl[F \mid PO_4]$.
3a) Triplit-Reihe	$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[F \mid PO_4]$;
b) Triploidit-Reihe	$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[OH \mid PO_4]$.
4.) Adamin-Paradamin-Gruppe	$Cu_2[OH \mid AsO_4]$.
5.) Lazulith-Reihe	$(Mg, Fe^{\cdot\cdot})Al_2[OH \mid PO_4]_2$.

6a)	Dufrenit-Reihe	$Fe_3^{\cdot\cdot}Fe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid PO_4]_4$;
b)	Rockbridgeit-Reihe	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$.
7.)	Pseudomalachit-Arsenoklasit-Gruppe	$Cu_5[(OH)_2 \mid PO_4]_2$, $Mn_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2$.
8.)	Augelith-Cornetit-Gruppe	$Al_2[(OH)_3 \mid PO_4]$, $Cu_3[(OH)_3 \mid PO_4]$.
9.)	Flinkit-Synadelphit-Gruppe	$Mn_2^{\cdot\cdot}Mn^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_4 \mid AsO_4]$, $Mn_4[(OH)_5 \mid AsO_4]$.

Große Kationen (u. a.)

10a)	Tilasit-Reihe	$CaMg[F \mid AsO_4]$;
b)	Descloizit-Reihe	$Pb(Zn, Cu)[OH \mid VO_4]$.
11.)	Kirrolith-Brasilianit-Gruppe	$Ca_3Al_2[OH \mid PO_4]_3$, $NaAl_3[(OH)_2 \mid PO_4]_2$
12.)	Crandallit-Reihe	$CaAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$.
13.)	Apatit-Pyromorphit-Gruppe	$Ca_5[F \mid (PO_4)_3]$, $Pb_5[Cl \mid (PO_4)_3]$.
14.)	Georgiadesit-Sahlinit-Gruppe	$Pb_3[Cl_3 \mid AsO_4]$, $Pb_{14}[Cl_4 \mid O_9 \mid (AsO_4)_2]$.

Die Anordnung entspricht erstens der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, zweitens der zunehmenden Menge der fremden Anionen pro RO_4.

C.) Wasserhaltig, ohne fremde Anionen

Kleine Kationen (u. a.)

1.)	Faheyit-Kolbeckit-Gruppe	$(Mn, Mg, Na)Fe_2Be_2[PO_4]_4 \cdot 6H_2O$...

Mittelgroße Kationen

2.)	Huréaulith-Reihe	$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_5H_2[PO_4]_4 \cdot 4H_2O$.
3.)	Scholzit-Legrandit-Gruppe	$CaZn_2[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$, $Zn_3[AsO_4]_2 \cdot 2^1/_2 H_2O$.
4.)	Phosphoferrit-Reihe	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_3[PO_4]_2 \cdot 3H_2O$.
5a)	Klinovariscit-Reihe	$Al[PO_4] \cdot 2H_2O$;
b)	Variscit-Reihe	$Al[PO_4] \cdot 2H_2O$.
6.)	Ludlamit-Hopeit-Gruppe	$Fe_3[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$, $Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$.
7.)	Newberyit-Koninckit-Gruppe	$MgH[PO_4] \cdot 3H_2O$, $Fe^{\cdot\cdot\cdot}[PO_4] \cdot 3H_2O$.
8a)	Bobierrit-Reihe	$Mg_3[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$;
b)	Vivianit-Reihe	$Fe_3^{\cdot\cdot}[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$.
9.)	Rößlerit-Reihe	$MgH[AsO_4] \cdot 7H_2O$.

Große Kationen (u. a.)

10a)	Fairfieldit-Reihe	$Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$;
b)	Roselith-Reihe	$Ca_2Co[AsO_4]_2 \cdot 2H_2O$.
11.)	Struvit-Hannayit-Gruppe	$NH_4Mg[PO_4] \cdot 6H_2O$, $(NH_4)_2Mg_3H_4[PO_4]_4 \cdot 8H_2O$.
12.)	Haidingerit-Brushit-Gruppe	$CaH[AsO_4] \cdot H_2O$, $CaH[PO_4] \cdot 2H_2O$.
13.)	Brackebuschit-Gruppe	$Pb_2(Mn, Fe)[VO_4]_2 \cdot H_2O$.

Die Anordnung entspricht der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, sowie dem zunehmenden H_2O-Gehalt pro RO_4.

D.) Wasserhaltig, mit fremden Anionen

Kleine Kationen

1.)	Moraesit	$Be_2[OH\,|\,PO_4]\cdot 4H_2O$.

Mittelgroße Kationen

2.)	Tagilit-Euchroit-Gruppe	$Cu_2[OH\,|\,PO_4]\cdot H_2O$, $Cu_2[OH\,|\,AsO_4]\cdot 3H_2O$.
3.)	Vauxit-Metavauxit-Gruppe	$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH\,|\,PO_4]_2\cdot 7H_2O\ldots$
4.)	Gordonit-Reihe	$MgAl_2[OH\,|\,PO_4]_2\cdot 8H_2O\ldots$
5.)	Kakoxen-Bermanit-Gruppe	$Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[OH\,|\,PO_4]_3\cdot 12H_2O\ldots$
6.)	Souzalith-Wavellit-Gruppe	$(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_4[(OH)_3\,|\,(PO_4)_2]\cdot 2H_2O\ldots$
7.)	Childrenit-Reihe	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Al[(OH)_2\,|\,PO_4]\cdot H_2O$
8.)	Türkis-Reihe	$CuAl_6[(OH)_2\,|\,PO_4]_4\cdot 4H_2O$.
9.)	Akrochordit-Tirolit-Gruppe	$(Mn, Mg)_5[(OH)_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 5H_2O\ldots$
10.)	Delvauxit-Veszelyit-Gruppe	$Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3\,|\,PO_4]\cdot 3^1/_2H_2O\ldots$
11.)	Lirokonit-Evansit-Gruppe	$Cu_2Al[(OH)_4\,|\,AsO_4]\cdot 4H_2O\ldots$

Große Kationen (u. a.)

12.)	Roscherit-Gruppe	$(Ca, Mn, Fe)_2[OH\,|\,(PO_4)_2]\cdot 2H_2O$.
13.)	Overit-Gruppe	$Ca_3Al_8[(OH)_3\,|\,(PO_4)_4]_2\cdot 15H_2O$.
14.)	Wardit-Reihe	$NaAl_3[(OH)_4\,|\,(PO_4)_2]\cdot 2H_2O$.
15.)	Leukophosphit-Pharmakosiderit-Gruppe	$K(Fe, Al)_2[OH\,|\,(PO_4)_2]\cdot 2H_2O$.
16.)	Sampleit-Tsumebit-Gruppe	$CaNaCu_5[Cl\,|\,(PO_4)_4]\cdot 5H_2O$.
17a)	Torbernit-Reihe	$Cu[UO_2|\,PO_4]_2\cdot 10-12H_2O$;
b)	Metatorbernit-Reihe	$Cu[UO_2\,|\,PO_4]_2\cdot 6-2H_2O$.
18.)	Tyuamunit-Carnotit-Gruppe	$K_2[UO_2\,|\,VO_4]_2\cdot 3H_2O$, $K_2[UO_2\,|\,(VO_4)_2]\cdot 3H_2O$.
19.)	Phosphuranylit-Reihe	$Ca[(UO_2)_4\,|\,(OH)_4\,|\,(PO_4)_2]\cdot 2H_2O$.

Die Unterteilung erfolgt entsprechend der zunehmenden Größe der Kationen sowie der Zunahme des Gehaltes an OH pro RO_4.

E.) RO_4-Verbindungen, die vom Inseltetraedertypus abweichen (?)

Rossit	$Ca[V_2O_6]\cdot 4H_2O$.
Hewettit	$CaH_2[V_6O_{17}]\cdot 8H_2O$.
Pascoit	$Ca_3[V_{10}O_{28}]\cdot 16H_2O$ u. a.

A.) Wasserfreie Phosphate, Arsenate und Vanadate ohne fremde Anionen

1.) Berlinit-Beryllonit-Hurlbutit-Gruppe. Heterotypie.

Berlinit $Al[PO_4]$ Trigonal-trapezoedrisch D_3^4—$P3_121$, D_3^6—$P3_221$
$a_0 = 4{,}93$ $c_0 = 10{,}93$ $c_0/a_0 = 2{,}217$ $Z = 3$[1])

Beryllonit	$NaBe[PO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
		$a_0 = 8{,}16$ $b_0 = 7{,}79$ $c_0 = 14{,}08$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}048 : 1 : 1{,}807$ $\beta = 90°$ $Z = 12$
Hurlbutit	$CaBe_2[PO_4]_2$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^1 — Pmmm
		$a_0 = 8{,}29$ $b_0 = 8{,}80$ $c_0 = 7{,}81$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}942 : 1 : 0{,}8875$ $Z = 4$

Berlinit ist isotyp mit Quarz. Synthetisch kennt man $Al[PO_4]$, $Al[AsO_4]$, $Ga[PO_4]$ und $Fe[PO_4]$; vom $Al[PO_4]$ sind alle den SiO_2-Modifikationen entsprechenden Strukturtypen bekannt geworden, für $Al[AsO_4]$ nur die Tiefquarz- und Tiefcristobalitstruktur.

Beryllonit ist homöotyp mit Trimerit $CaMn_2Be_3[SiO_4]_3$[2a]). Hurlbutit ist isotyp mit Danburit $CaB_2[SiO_4]_2$[3a]).

Die Elementarvolumina von Beryllonit und Hurlbutit verhalten sich wie 3 : 2; im analogen Elementarvolumen ist eine analoge Zahl von Ionen enthalten.

---

[1]) H. Strunz, Z. Krist. **103**. 1941. 228. – Vgl. H. F. Huttenlocher, Z. Krist. **90**. 1935. 508. – B. Winkhaus, N. Jb. Min. Abh. **23**. 1952. 1.

[2]) J. P. A. Wehrenberg, Am. Min. **39**. 1954. 397. – B. Goßner & J. Beßlein, Zbl. Min. 1934. 144. – [2a]) H. Strunz 1933.

[3]) M. E. Mrose, Am. Min. **37**. 1952. 931. – [3a]) F. Machatschki, Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. 1953. 26.

2.) Triphylin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{16} — Pmcn. Isomorphie; Isotypie mit den Mineralien der Olivin-Reihe.

Triphylin	$Li(Fe^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = 6{,}01$ $b_0 = 4{,}68$ $c_0 = 10{,}36$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}284 : 1 : 2{,}214$ $Z = 4$
Lithiophilit	$Li(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = —$ $b_0 = —$ $c_0 = —$
		$a : b : c = 1{,}290 : 1 : 2{,}211$[2])
Natrophilit	$Na(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = 6{,}33$ $b_0 = 4{,}98$ $c_0 = 10{,}54$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}271 : 1 : 2{,}116$ $Z = 4$
Ferrisicklerit	$Li_{<1}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = 5{,}95$ $b_0 = 4{,}80$ $c_0 = 10{,}11$[4])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}240 : 1 : 2{,}106$ $Z = 4$
Sicklerit	$Li_{<1}(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = 6{,}01$ $b_0 = 4{,}78$ $c_0 = 10{,}24$[5])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}257 : 1 : 2{,}142$ $Z = 4$
Heterosit	$(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$	$a_0 = 5{,}83$ $b_0 = 4{,}77$ $c_0 = 9{,}70$[6])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}222 : 1 : 2{,}034$ $Z = 4$
Purpurit	$(Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$	Achsenverhältnis unbekannt

Die Richtung der pseudohexagonalen Symmetrie ist [010], ganz analog den Mineralien der Norbergit-Gruppe (vgl. Sahama 1953); beim Triphylin ist die vollkommene Spaltbarkeit (100), die fast vollkommene (001).

Der von H. v. Eckermann im Dünnschliff beobachtete und am Hagendorfer Material bereits makroskopisch an Streifenbildung erkennbare „Klinotriphylin“ ist offenbar tektonisch desorientierter Triphylin.

Synthetisch kennt man: $Li_3[PO_4]$, $LiMg[PO_4]$, $LiZn[PO_4]$, $LiCd[PO_4]$, $LiCo[PO_4]$, $LiNi[PO_4]$, $LiCa[PO_4]$ und $LiMn[PO_4]$ (F. Zambonini & F. Laves 1932, E. Thilo 1941).

[1]) B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **83**. 1932. 415 (Isotypie mit Olivin). – C. O. Björling & A. Westgren, Geol. Fören. Förh. **60**. 1938. 67. – D. Destenay, Mem. Soc. Roy. Sci. Liège **10**. 1950. 28 (Strukturverfeinerung, SR. **13**. 319).

[2]) F. Zambonini & L. Malossi, Z. Krist. **80**. 1931. 442 (für synthet. $LiMn[PO_4]$).

[3]) A. Byström, Ark. Kemi **17B**. 1943. 1; in der Struktur von Natrophilit sind (Na, Mn) über die Gitterorte von Li und $Fe^{\cdot\cdot}$ des Triphylins statistisch verteilt (SR. **9**. 236).

[4]) C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c. – Vgl. N. N. Martyanow & N. G. Pinevich, Doklady Akad. Wiss. USSR. **97**. 1954. 1057.

[5]) N. N.

[6]) C. O. Björling & A. Westgren 1938, l. c.

3.) Graftonit-Karyinit-Grupe. Heterotypie.

Graftonit	$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn, Ca)_3[PO_4]_2$	Monoklin-prism. C_{2h}^5—$P\,2_1/c$ $a_0 = 8{,}87$ $b_0 = 11{,}57$ $c_0 = 9{,}17$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}799 : 1 : 0{,}533$ $\beta = 99°12'$ $Z = 4$
Magniophilit	$(Mn, Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[PO_4]_2$	Dem Graftonit ähnlich[2])
Karyinit	$(Mn, Ca, Pb, Mg)_3[AsO_4]_2$	Rhombisch oder monoklin $a : b : c = 0{,}8616 : 1 : ?$[3])

[1]) M. L. Lindberg, Am. Min. **35**. 1950. 59.

[2]) A. A. Beus, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 1267.

[3]) Gibt ein ganz anderes Pulverdiagramm als Graftonit.

4.) Hagendorfit-Reihe. Isomorphie (?).

Hagendorfit[1])	$(Na, Ca)\,(Fe, Mn)_2[PO_4]_2$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6—$I\,2_1/a$ $a_0 = 10{,}93$ $b_0 = 12{,}59$ $c_0 = 6{,}52$[1a]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}868 : 1 : 0{,}518$ $\beta = 97°59'$ $Z = 6$
Varulith[2]) **Hühnerkobelit**[3])	$(Na, Ca)(Mn, Fe)_2[PO_4]_2$ $(Ca, Na)\,(Fe, Mn)_2[PO_4]_2$	nach Pulveraufnahmen ähnlich Hagendorfit
Alluaudit	$Na_{<1}\,(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})[PO_4]$	Monoklin-prismatisch C_{2h}^6—$I\,2_1/a$ $a_0 = 11{,}03$ $b_0 = 12{,}53$ $c_0 = 6{,}40$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}880 : 1 : 0{,}511$ $\beta = 97°34'$ $Z = 12$
Mangan-Alluaudit	$Na_{<1}\,(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$	Achsenverhältnis unbekannt.

Das Fe im Hagendorfit, Varulith und Hühnerkobelit ist zum Teil in zweiwertiger, zum Teil in dreiwertiger Oxydationsstufe vorhanden.

Nach Björling und Westgren (1938) bestehen zwischen Varulith und Mn-Alluaudit analoge strukturelle Beziehungen wie zwischen Triphylin und Sicklerit. Alluaudit und Mangan-Alluaudit gehen durch Verwitterung aus Hagen-

dorfit bzw. Varulith hervor; hierbei werden (Na, Ca) zum Teil ausgelaugt, $Fe^{\cdot\cdot}$ zu $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ oxydiert und eine geringe Menge H_2O aufgenommen.

[1]) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1954. 252. – [1a]) D. J. Fisher, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 48.
[2]) P. Quensel, Geol. Fören. Förh. **59**. 1937. 77.
[3]) M. L. Lindberg, Am. Min. **35**. 1950. 59.
[4]) D. J. Fisher, Am. Min. **40**. 1955. 1100; 1956, l. c.

5.) Arrojadit-Reihe. Monoklin-prismatisch. Isomorphie.

Arrojadit $Na_2(Fe^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})_5[PO_4]_4$ $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 16{,}60$ $b_0 = 10{,}02$ $c_0 = 23{,}99$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}656 : 1 : 2{,}389$ $\beta = 93°\,37'$
$Z = 12$

Dickinsonit $Na_2(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot})_5[PO_4]_4$ $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 16{,}73$ $b_0 = 9{,}97$ $c_0 = 24{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}678 : 1 : 2{,}481$ $\beta = 104°\,41'$
$Z = 12$

Da beide Mineralien völlig analoge Pulverdiagramme geben[3]), bedürfen Raumgruppe und Winkel β der Nachprüfung. **Fillowit**, ungefähr $Na_2(Mn^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot}, Ca, H_2)_5[PO_4]_4$, kristallisiert rhomboedrisch mit $a_0 = 15{,}25$, $c_0 = 43{,}32$[4]).

[1]) M. L. Lindberg, Am. Min. **35**. 1950. 59.
[2]) C. W. Wolfe, Am. Min. **26**. 1941. 339.
[3]) D. J. Fisher, Am. Min. **39**. 1954. 676.
[4]) D. J. Fisher, Science **121**. 1955. 312.

6.) Berzeliit-Reihe. Isotypie. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^{10}—Ia3d.

Griphit $(Mn, Na, Ca)_3(Al, Mn)_2[PO_3(OH, F)]_3$ $a_0 = 12{,}28$ $Z = 8$[1])
Berzeliit $(Ca, Na)_3(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$ $a_0 = 12{,}37$ $Z = 8$[2])
Mangan-Berzeliit $(Ca, Na)_3(Mn, Mg)_2[AsO_4]_3$ $a_0 = 12{,}48$ $Z = 8$[2])

Isotyp mit Granat. Griphit besitzt nach McConnell granatartige Struktur; es sollen etwa $^1/_6$ der PO_4-Tetraeder durch H_4O_4 vertreten sein, ganz analog dem Hibschit $Ca_3Al_2[(OH)_4(SiO_4)_2]$; ein Griphit von Turkestan enthält sogar 1,31% Fluor[1a]). Synthetisch kennt man $Na_3Al_2[PO_4]_3$ und $NaCa_2Mg_2[PO_4]_3$.

[1]) D. McConnell, Am. Min. **27**. 1942. 452.
[1a]) A. J. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR **84**. 1952. 1045.
[2]) W. Bubeck & F. Machatschki, Z. Krist. **90**. 1935. 44. – W. Bubeck, Geol. Fören. Förh. **56**. 1934. 525. – F. Machatschki, Z. Krist. **73**. 1930. 123; **74**. 1930. 230.

7.) Monetit-Schultenit-Whitlockit-Gruppe. Heterotypie.

Monetit $CaH[PO_4]$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 6{,}90$ $b_0 = 6{,}65$ $c_0 = 7{,}00$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 : = 1{,}038 : 1 : 1{,}053$
$\alpha = 96°\,21'$ $\beta = 103°\,54'$ $\gamma = 88°\,44'$
$Z = 4$

„Phosphat-Schultenit" (synthetisch)	$PbH[PO_4]$	Monoklin-prismatisch (oder domatisch) $a_0 = 5{,}77$ $b_0 = 6{,}64$ $c_0 = 4{,}66$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}869 : 1 : 0{,}702$ $\beta = 97°12'$ $Z = 2$
Schultenit	$PbH[AsO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^4 - P2/a$ ($C_s^2 - Pa$) $a_0 = 5{,}83$ $b_0 = 6{,}76$ $c_0 = 4{,}85$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}862 : 1 : 0{,}717$ $\beta = 95°24'$ $Z = 2$
Whitlockit	β-$Ca_3[PO_4]_2$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\,3m$ $a_{rh} = 13{,}65$ $\alpha = 44°\,21'$ $Z = 7$[4]) $a_0 = 10{,}34$ $c_0 = 36{,}9$ $c_0/a_0 = 3{,}57$ $Z = 21$

Obgleich dem Monetit ganz ähnliche Gitterkonstanten und ein fast analoges Pulverdiagramm wie Anhydrit $CaSO_4$ zukommen, sind in der Struktur dennoch wesentliche Unterschiede vorhanden.

Das von Bengtsson hergestellte $PbH[PO_4]$ ist offensichtlich isotyp mit Schultenit und kann als „Phosphat-Schultenit" bezeichnet werden; diese Analogie erlaubt eine Umstellung von a_0 und c_0 für „Phosphat-Schultenit" gegenüber der Aufstellung bei Bengtsson. Das gleichfalls von B. synthetisierte $BaH[PO_4]$ kristallisiert rhombisch.

Whitlockit geht bei 1180° C in eine monokline Modifikation über, die auch aus Schlacken bekannt ist, $a_0 = 12{,}86$, $b_0 = 9{,}11$, $c_0 = 15{,}23$, $\beta = 125°20'$, $C_{2h}^5 - P2_1/a$. $Z = 8$[4a]).

Mit Whitlockit sind synthet. $Sr_3[PO_4]_2$, $Ba_3[PO_4]_2$, $Pb_3[PO_4]_2$ und wohl auch $Pb_3[VO_4]_2$ isotyp[4b]); Homöotypie zu Palmierit $PbK_2[SO_4]_2$[4c]).

---

[1]) G. MacLennan & C. A. Beevers, Acta Cryst. **8**. 1955. 579 (Struktur). – Vgl. J. P. Smith, J. R. Lehr & W. E. Brown, Am. Min. **40**. 1955. 893.

[2]) E. Bengtsson, Ark. Kemi **15** B. 1941. Nr. 7.

[3]) G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1950. 287 (Strukturdiskussion, SR. **13**. 309).

[4]) C. Frondel, Am. Min. **26**. 1941. 145. – [4a]) A. L. Mackay, Acta Cryst. **6**. 1953. 743. – Vgl. G. Trömel 1923 u. a. – [4b]) H. G. Bachmann, N. Jb. Min. Mh. 1953. 209; Naturw. **39**. 1952. 570. – [4c]) H. Strunz, Naturw. **30**. 1942. 242.

8.) Xenotim-Reihe. Isotypie mit Zirkon $Zr[SiO_4]$, synthet. $Y[AsO_4]$, $Y[VO_4]$ und $Ca[CrO_4]$. Ditetragonal-dipyramidal, $D_{4h}^{19} - I4_1/amd$. $Z = 4$.

Synthetisch	$Sc[PO_4]$	$a_0 = 6{,}57$ $c_0 = 5{,}79$ $c_0/a_0 = 0{,}881$[1])
Xenotim	$Y[PO_4]$	$a_0 = 6{,}89$ $c_0 = 6{,}04$ $c_0/a_0 = 0{,}877$[2])

Xenotim tritt in der Natur gelegentlich mit 5 und mehr Prozent SiO_2 auf, wobei Si gittermäßig die Stelle von P einnimmt und der Ladungsausgleich durch das Eintreten von Thorium und Zirkonium hergestellt wird.

---

[1]) R. C. L. Mooney, H. Kissinger & A. Perloff. Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.

[2]) L. Vegard, Phil. Mag. **4**. 1927. 511 (Struktur, SB. **1**. 345, 396).

9.) Monazit-Reihe. Isomorphie. Isotypie mit Huttonit $Th[SiO_4]$, Krokoit $Pb[CrO_4]$ und $Sr[CrO_4]$. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/n$.

Monazit $Ce[PO_4]$ $a_0 = 6{,}79$ $b_0 = 7{,}04$ $c_0 = 6{,}47$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}965 : 1 : 0{,}919$ $\beta = 104°24'$ $Z = 4$

Cheralith $(Ca, Ce, La, Th)[PO_4]$
$a_0 = 6{,}74$ $b_0 = 7{,}00$ $c_0 = 6{,}43$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}963 : 1 : 0{,}919$ $\beta = 104°36'$ $Z = 4$

Synthetisch $CaTh[PO_4]_2$ $a_0 = 6{,}69$ $b_0 = 6{,}93$ $c_0 = 6{,}38$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}965 : 1 : 0{,}921$ $\beta = 104°24'$ $Z = 2$

Synthetisch $Bi[PO_4]$ $a_0 = 6{,}75$ $b_0 = 6{,}96$ $c_0 = 6{,}42$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}970 : 1 : 0{,}922$ $\beta = 104°00'$ $Z = 4$

Rooseveltit[4]) α-$Bi[AsO_4]$ Analoges Pulverdiagramm wie Monazit[4a])

Monazit kann bis 16% ThO_2 und 4% SiO_2 enthalten. **Pisekit** (Krejči 1923), kristallographisch ganz ähnlich Monazit, ist vielleicht ein metamikter Niob-Uran-Erden-Monazit (nach Novaček 1936 verwandt mit Ampangabeit). Im Cheralith von Travancore ist Ca : Ce : La : Th : U = 1,08 : 0,84 : 0,78 : 1,15 : 0,14 und P : Si = 3,64 : 0,34.

---

[1]) S. v. Gliszczynski, Z. Krist. **101**. 1939. 1. – W. Parrish, Am. Min. **24**. 1939. 651. – P. Kokkoros, Ber. Acad. Athen **17**. 1942. 163 (Struktur, SR. **9**. 236). – R. C. L. Mooney, J. Chem. Phys. **16**. 1948. 1003 (Struktur, SR. **13**. 316). – T. Ueda, Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto **20**. 1953. 225 (Struktur).

[2]) S. H. U. Bowie & J. E. T. Horne, Min. Mag. **30**. 1953. 93.

[3]) J. Zemann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1950. 361.

[4]) R. Herzenberg, Univ. Oruro Bol. Téc. **1**. 1946.

[4a]) C. Frondel, Priv. Mitt. 1954.

10.) Rhabdophan-Reihe. Hexagonal-trapezoedrisch, $D_6^4 - P6_222$. Isomorphie.

Synthetisch $La[PO_4] \cdot 0–0{,}5\ H_2O$ $a_0 = 7{,}08$ $c_0 = 6{,}47$ $c_0/a_0 = 0{,}913$ $Z = 3$[1])
Rhabdophan $Ce[PO_4] \cdot 0–0{,}5\ H_2O$ $a_0 = 7{,}055$ $c_0 = 6{,}44$ $c_0/a_0 = 0{,}913$ $Z = 3$[2])
Synthetisch $Nd[PO_4] \cdot 0–0{,}5\ H_2O$ $a_0 = 6{,}98$ $c_0 = 6{,}34$ $c_0/a_0 = 0{,}908$ $Z = 3$[3])

Im Rhabdophan ist Ce zum Teil durch Y, La, Dy vertreten; obige Gitterkonstanten gelten für das reine synthetische Ce-Phosphat[1]).

---

[1]) R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **3**. 1950. 337 (Struktur, SR. **13**. 317).

[2]) G. F. Claringbull, priv. Mitt. 1954 (Strukturelle Identität von Rhabdophan mit den synthetischen Verbindungen von Mooney).

[3]) R. C. L. Mooney 1950, l. c.

11.) Pucherit-Gruppe. Das synthetische $Bi[AsO_4]$ ist isotyp mit Scheelit; Pucherit besitzt offenbar eine gering deformierte Scheelitstruktur.

Synthetisch	β-Bi[AsO_4]	Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^6 - I4_1/a$ $a_0 = 5{,}08$ $c_0 = 11{,}70$ $c_0/a_0 = 2{,}303$ $Z = 4$[1])
Pucherit	Bi[VO_4]	Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{14} - Pnca$ $a_0 = 5{,}33$ $b_0 = 5{,}06$ $c_0 = 12{,}02$ $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}053 : 1 : 2{,}377$ $Z = 4$[2])

Für Pucherit ist gegenüber der Aufstellung von Websky (1872) die Achse a[100] verdoppelt (de Jong und de Lange 1936).

[1]) R. C. L. Mooney, Acta Cryst. **1**. 1948. 163 (Struktur, SR. **11**. 375).
[2]) M. M. Qurashi & W. H. Barnes, Am. Min. **38**. 1953. 489 (Struktur).

B.) Wasserfreie Phosphate, Arsenate und Vanadate mit fremden Anionen

1.) Herderit-Väyrynenit-Gruppe. Heterotypie.

Herderit	CaBe[(F, OH) | PO_4]	Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/a$ $a_0 = 9{,}82$ $b_0 = 7{,}70$ $c_0 = 4{,}81$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}275 : 1 : 0{,}625$ $\beta = 90°06'$ $Z = 4$
Väyrynenit	MnBe[(OH, F) | PO_4]	Monoklin $a_0 = 10{,}47$ $b_0 = 2 \times 7{,}20$ $c_0 = 4{,}75$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}727 : 1 : 0{,}330$ $\beta = 102°49'$ $Z = 8$

Es besteht Isotypie Herderit-Datolith CaBe[OH | SiO_4]; die Aufstellung von Herderit entspricht derjenigen von Datolith. **Hydroxyl-Herderit** ist eine Varietät mit vorherrschendem OH.

[1]) H. Strunz, Z. Krist. **93**. 1936. 146.
[2]) A. Volborth, Suomen Geologinen Seura, 1954, Nr. 2; Österr. Akad. Wiss. 1954. 21.

2.) Amblygonit-Reihe. Isotypie. Triklin-pinakoidal, $C_i^1 - P\bar{1}$.

Amblygonit	LiAl[F | PO_4]	$a_0 = 5{,}19$ $b_0 = 7{,}12$ $c_0 = 5{,}04$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}729 : 1 : 0{,}708$[1]) $\alpha = 112°02^1/_2'$ $\beta = 97°49^1/_2'$ $\gamma = 68°07^1/_2'$ $Z = 2$
Montebrasit	LiAl[OH | PO_4]	Pulveraufnahmen ähnlich Amblygonit.
Natromontebrasit (Fremontit)	(Na, Li)[(OH, F) | PO_4]	
Tavorit	LiFe[OH | PO_4]	Pulveraufnahme ähnlich Amblygonit[2])

Der Überschuß an Wasser, den viele Analysen aufweisen, kann als $(OH)_4$ an Stelle von $[PO_4]$ vorhanden sein.

---

[1]) Ch. Palache, W. E. Richmond & C. W. Wolfe, Am. Min. **28**. 1943. 39. – Vgl. S. Tengnér, Geol. Fören. Förh. **62**. 1940. 332. – W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 473.

[2]) M. L. Lindberg & W. T. Pecora, Am. Min. **40**. 1955. 952.

3.) Triplit-Triploidit-Gruppe. Monoklin-prismatisch. Homöotypie.

a) Triplit-„Reihe".

Wagnerit $Mg_2[F|PO_4]$ $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 11{,}92$ $b_0 = 12{,}53$ $c_0 = 9{,}65$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}951 : 1 : 0{,}770$
$\beta = 108°07'$ $Z = 16$

Zwieselit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_2[F|PO_4]$
$a_0 = 12{,}02$ $b_0 = 6{,}45$ $c_0 = 10{,}01$[2])
$a_0 : 2b_0 : c_0 = 0{,}932 : 1 : 0{,}776$
$\beta \sim 108°$ $Z = 8$

Triplit $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[F|PO_4]$ $C_{2h}^3 - I2/m$
$a_0 = 12{,}05$ $b_0 = 6{,}47$ (?) $c_0 = 10{,}05$[3])
$a_0 : 2b_0 : c_0 = 0{,}931 : 1 : 0{,}776$
$\beta = 105°42'$ $Z = 8$

b) Triploidit-Reihe. $C_{2h}^5 - P2_1/a$.

Wolfeit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_2[OH|PO_4]$ $a_0 = 12{,}12$ $b_0 = 13{,}16$ $c_0 = 9{,}73$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}921 : 1 : 0{,}739$
$\beta = 108°18'$ $Z = 16$

Triploidit $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[OH|PO_4]$ $a_0 = 12{,}26$ $b_0 = 13{,}38$ $c_0 = 9{,}90$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}916 : 1 : 0{,}740$
$\beta = 108°04'$ $Z = 16$

Sarkinit $Mn_2[OH|AsO_4]$ $a_0 = 12{,}68$ $b_0 = 13{,}54$ $c_0 = 10{,}17$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}936 : 1 : 0{,}751$
$\beta = 108°44'$ $Z = 16$

Wagnerit und Triploidit besitzen gegenüber der gebräuchlichen Aufstellung von Miller eine Verdoppelung von b_0, die durch eine schwache Zwischenschichtlinie zum Ausdruck kommt; die Pulveraufnahme von Wagnerit gleicht eher jenen von Zwieselit-Triplit, weniger jenen von Wolfeit-Triploidit. **Magniotriplit**[7])

(Talktriplit) ist Mg-haltiger Triplit. **Sarkopsid** (Fe", Mn, Ca, Mg)$_7$[F_2 | $(PO_4)_4$], ist möglicherweise homöotyp mit Klinohumit, $Mg_9[(F, OH)_2 | (SiO_4)_4]$.

[1]) O. Kraus & F. Mußgnug, Naturw. **26**. 1938. 801. – W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 470.

[2]) Ch. Tennyson 1957.

[3]) W. E. Richmond 1940, l. c. – Raumgruppe nach C. W. Wolfe & E. W. Heinrich, Am. Min. **32**. 1947. 518.

[4]) P. Kokkoros, Zbl. Min. 1938. 278. – Name nach C. Frondel, Am. Min. **34**. 1949. 692.

[5]) W. E. Richmond 1940, l. c.

[6]) G. Hägele, Zbl. Min. 1938. 267. – W. E. Richmond 1940, l. c.

[7]) A. J. Ginzburg, N. A. Kruglowa & V. A. Molewa, Doklady Akad. Wiss. USSR **77**. 1951. 97.

4.) Adamin-Paradamin-Gruppe. Isodimorphie.

a) Adamin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, pseudotetragonal. Homöotypie; Isotypie Libethenit-Adamin-Andalusit $Al_2[O | SiO_4]$.

Libethenit	$Cu_2[OH \mid PO_4]$	D_{2h}^{12} — Pnnm
		$a_0 = 8{,}45$ $b_0 = 8{,}10$ $c_0 = 5{,}91$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}043 : 1 : 0{,}730$ $Z = 4$
Olivenit	$Cu_2[OH \mid AsO_4]$	D_{2h}^{13} — Pnmm
		$a_0 = 8{,}64$ $b_0 = 8{,}22$ $c_0 = 5{,}95$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}051 : 1 : 0{,}724$ $Z = 4$
Adamin	$Zn_2[OH \mid AsO_4]$	D_{2h}^{12} — Pnnm
		$a_0 = 8{,}34$ $b_0 = 8{,}56$ $c_0 = 6{,}09$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0.974 : 1 : 0{,}711$ $Z = 4$

Varietäten sind: **Zinkolivenit, Cuproadamin, Kobaltadamin.** Mit Libethenit ist Chinoit (Guillemin 1953), mit Olivenit Leucochalcit identisch (Berry 1951).

b) Paradamin-Reihe.

Tarbuttit	$Zn_2[OH \mid PO_4]$	Triklin-pinakoidal C_i^1 — P1
		$a_0 = 8{,}11$ $b_0 = 12{,}93$ $c_0 = 7{,}70$[4])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}627 : 1 : 0{,}596$
		$\alpha = 89°37^1/_2'$ $\beta = 91°28^1/_2'$
		$\gamma = 107°41'$ $Z = 8$
Paradamin	$Zn_2[OH \mid AsO_4]$	Isotyp mit Tarbuttit[5])

[1]) H. Strunz, Z. Krist. **94**. 1936. 60. – H. Heritsch, Z. Krist. **102**. 1939. 1 (SB. **7**. 143). – W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 452.

[2]) L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 500. – H. Heritsch, Z. Krist. **98**, 1937. 351; **99**. 1938. 466 (Struktur, SB. **6**. 22). – W. E. Richmond 1940, l. c.

[3]) H. Strunz 1936, l. c. – P. Kokkoros, Z. Krist. **96**. 1937. 417 (Struktur, SB. **5**. 17). – M. E. Mrose, Am. Min. **33**. 1948. 449.

[4]) W. E. Richmond, Am. Min. **23**. 1938. 881; **25**. 1940. 475. – Synthetischen Tarbuttit und andere Zinkphosphate stellten E. Thilo & I. Schulz her (Z. anorg. Chem. **265**. 1951. 201).

[5]) G. Switzer, Science **123**. 1956. 1039.

5.) Lazulith-Reihe. Isotypie. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/n$.

Lazulith $(Mg, Fe^{\cdot\cdot})Al_2[OH \mid PO_4]_2$ $a_0 = 7{,}12$ $b_0 = 7{,}24$ $c_0 = 7{,}10$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}983 : 1 : 0{,}981$
$\beta = 118°55'$ $Z = 2$

Scorzalith $(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)Al_2[OH \mid PO_4]_2$ $a_0 = 7{,}15$ $b_0 = 7{,}32$ $c_0 = 7{,}14$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}977 : 1 : 0{,}975$
$\beta = 119°00'$ $Z = 2$

Barbosalith $Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid PO_4]_2$ Nach Pulveraufnahmen isotyp mit Scorzalith[3])

Anhang:

Synthetisch $Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid PO_4]_2$ Tetragonal-trapezoedrisch $D_4^{10} - I\,4_122$
$a_0 = 5{,}37$ $c_0 = 12{,}81$[4])
$c_0/a_0 = 2{,}386$ $Z = 2$

Palermoit $(LiH, Sr)Al_2[OH \mid PO_4]_2$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{25} - Immm$
$a_0 = 7{,}31$ $b_0 = 15{,}79$ $c_0 = 11{,}53$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}463 : 1 : 0{,}732$ $Z = 8$

Im **Calciolazulith** ist ungefähr $^1/_6$ von $(Mg, Fe^{\cdot\cdot})$ durch Ca ersetzt. **Trolleit,** $Al_4[OH \mid PO_4]_3$, soll mit Lazulith möglicherweise identisch sein.

---

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 750.
[2]) W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83 u. **35**. 1950. 1.
[3]) M. L. Lindberg & W. T. Pecora, Am. Min. **40**. 1955. 952.
[4]) L. Katz & W. N. Lipscomb, Acta Cryst. **4**. 1951. 345.
[5]) M. E. Mrose, Am. Min. **38**. 1953. 354.

6.) Dufrenit-Rockbridgeit-Gruppe.

a) Dufrenit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/n$.

Dufrenit $Fe_3^{\cdot\cdot}Fe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid PO_4]_4$ $a_0 = 24{,}6$ $b_0 = 5{,}14$ $c_0 = 13{,}87$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}786 : 1 : 2{,}698$
$\beta = 100°25'$ $Z = 4$

Laubmannit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_3Fe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid PO_4]_4$
Andrewsit $(Cu, Fe^{\cdot\cdot})_3Fe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid PO_4]_4$
} geben analoge Pulverdiagramme[2])

b) Rockbridgeit-Reihe. Rhombisch, $D_2^5 - B22_12$ (?).

Rockbridgeit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$
$a_0 = 13{,}76$ $b_0 = 16{,}94$ $c_0 = 5{,}19$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}812 : 1 : 0{,}306$ $Z = 4$

Frondelit $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$
$a_0 = 13{,}89$ $b_0 = 17{,}01$ $c_0 = 5{,}21$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}8166 : 1 : 0{,}306$ $Z = 4$

Zinkrockbridgeit $ZnFe_4^{\cdots}[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$

$a_0 = 13{,}97 \quad b_0 = 16{,}88 \quad c_0 = 5{,}19$[5])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}828 : 1 : 0{,}307 \quad Z = 4$

„Kraurit" hat sich z. T. als Dufrenit, z. T. als Rockbridgeit erwiesen.

[1]) M. E. Mrose, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 76 A.
[2]) C. Frondel, Am. Min. **34**. 1949. 513.
[3]) C. Frondel 1949, l. c.; M. L. Lindberg, Am. Min. **34**. 1949. 541.
[4]) M. L. Lindberg 1949, l. c.
[5]) M. L. Lindberg & C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 1028.

7.) Pseudomalachit-Arsenoklasit-Gruppe (mit 2OH pro RO_4). Pseudomalachit und Erinit sind isotyp; Arsenoklasit unterscheidet sich in den Gitterkonstanten durch eine Verdoppelung von c_0, so daß anscheinend eine Raumgitterverzwillingung vorliegt.

Pseudomalachit $Cu_5[(OH)_2 \mid PO_4]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$

$a_0 = 17{,}06 \quad b_0 = 5{,}76 \quad c_0 = 4{,}49$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}962 : 1 : 0{,}779$

$\beta \sim 91° \quad Z = 2$

Erinit (Cornwallit) $Cu_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$

$a_0 = 17{,}61 \quad b_0 = 5{,}81 \quad c_0 = 4{,}60$[2])

$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}031 : 1 : 0{,}792$

$\beta = 92°15' \quad Z = 2$

Arsenoklasit $Mn_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2$ Rhombisch

$a_0 = 18{,}05 \quad b_0 = 5{,}81 \quad c_0 = 9{,}21$[3])

$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}107 : 1 : 1{,}585$

$Z = 4$

Mit Pseudomalachit sind Phosphorochalcit, Dihydrit, Ehlit und z. T. Lunnit identisch (Frondel 1942, Berry 1951). In den Gitterkonstanten von Arsenoklasit liegt eine fast völlige Analogie zu dem Silikat Ardennit vor.

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **35**. 1950. 365.
[2]) L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 484. — Erinit (Haidinger 1828), Cornwallit (Zippe 1847).
[3]) G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetenskap. Handl. **9**. 1931. 52. – Hier neue Aufstellung.

8. Augelith-Cornetit-Klinoklas-Gruppe (mit 3OH pro RO_4). Heterotypie.

Augelith $Al_2[(OH)_3 \mid PO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$

$a_0 = 13{,}13 \quad b_0 = 7{,}98 \quad c_0 = 5{,}07$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}645 : 1 : 0{,}635$

$\beta = 112°27' \quad Z = 4$

Cornetit $Cu_3[(OH)_3 \mid PO_4]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15} — Pbca
$a_0 = 10{,}88$ $b_0 = 14{,}08$ $c_0 = 7{,}12$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}773 : 1 : 0{,}506$ $Z = 8$

Klinoklas $Cu_3[(OH)_3 \mid AsO_4]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$
$a_0 = 12{,}38$ $b_0 = 6{,}46$ $c_0 = 7{,}24$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}916 : 1 : 1{,}121$
$\beta = 99°30'$ $Z = 4$

---

[1]) M. A. Peacock & D. A. Moddle, Min. Mag. **26**. 1941. 105.
[2]) L. G. Berry, Am. Min. **31**. 1946. 190.
[3]) Ch. Palache & L. G. Berry, Am. Min. **31**. 1946. 243.

9.) Flinkit-Synadelphit-Gruppe (mit 4 und mehr OH pro RO_4).

Flinkit $Mn_2^{\cdot\cdot}Mn^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_4 \mid AsO_4]$ Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}4131 : 1 : 0{,}7386$

Allaktit $Mn_7[(OH)_4 \mid AsO_4]_2$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/a$
$a_0 = 11{,}03$ $b_0 = 12{,}12$ $c_0 = 5{,}51$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}910 : 1 : 0{,}455$
$\beta = 114°04'$ $Z = 2$

Synadelphit $Mn_4[(OH)_5 \mid AsO_4]$ Triklin-pseudorhombisch
$a_0 = 9{,}93$ $b_0 = 18{,}74$ $c_0 = 10{,}67$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}530 : 1 : 0{,}569$
$\alpha = \beta = \gamma = 90°$ $Z = 10$

Chlorophoenizit $(Zn, Mn)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$
Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 2{,}357 : 1 : 2{,}153$
$\beta = 105°34'$

Magnesium-Chlorophoenizit $(Mg, Mn)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$
Monoklin

Holdenit $(Mn, Ca)_4(Zn, Mg, Fe)_2[(OH)_5O_2 \mid AsO_4]$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{21}-Bmam
$a_0 = 11{,}99$ $b_0 = 31{,}21$ $c_0 = 8{,}60$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}384 : 1 : 0{,}276$ $Z = 2$

Haematolith $(Mn, Mg, Fe)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$
Trig.-rhomboedrisch C_{3i}^2 — $R\bar{3}$ (?)
$a_0 = 8{,}29$ $c_0 = 36{,}58$
$c_0/a_0 = 4{,}413$[4])
$a_{rh} = 13{,}11$ $\alpha = 36°53'$ $Z = 3$

Im Synadelphit ist etwas Mn durch Mg, Ca und Alkalien ersetzt. **Plumbosynadelphit** ist eine Varietät von Synadelphit mit 3,2% PbO.

Haematolith ist wohl homöotyp mit Dixenit $(Mn, Mg)_5As_2^{\cdots}[(OH)_2O_5 \mid SiO_4]$. **Asowskit,** $Fe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid PO_4]$, ist schwach doppelbrechend.

---

[1]) C. S. Hurlbut 1949 in Dana **2**. 1951. 786.
[2]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **22**. 1937. 526.
[3]) J. Prewitt-Hopkins, Am. Min. **34**. 1949. 589.
[4]) L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 489.

10.) Tilasit-Descloizit-Gruppe.

Es liegt offenbar eine „Raumgitter-Verzwillingung" vor, die aus den monoklinen Mineralien der Tilasit-Reihe durch Verzwillingung nach (100) die rhombischen Mineralien der Descloizit-Reihe entstehen läßt. Außerdem besteht Isotypie Tilasit-Titanit $CaTi[O \mid SiO_4]$.

a) Tilasit-Reihe. Monoklin.

Isokit	$CaMg[F \mid PO_4]$	$C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 6{,}52 \quad b_0 = 8{,}75 \quad c_0 = 7{,}51$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}745 : 1 : 0{,}858 \quad \beta = 121°28' \quad Z = 4$
Tilasit	$CaMg[F \mid AsO_4]$	$C_{2h}^6 - C2/c$ oder $C_s^4 - Cc$ $a_0 = 6{,}67 \quad b_0 = 8{,}97 \quad c_0 = 7{,}58$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0\,744 : 1 : 0\,845 \quad \beta = 121°00'$ $Z = 4$
Durangit	$NaAl[F \mid AsO_4]$	$C_{2h}^6 - C2/c$ $a_0 = 6{,}54 \quad b_0 = 8{,}48 \quad c_0 = 7{,}31$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}771 : 1 : 0{,}862 \quad \beta = 119°22'$ $Z = 4$
Hügelit	(?) $PbZn[F \mid VO_4]$	$a : b : c = 0{,}768 : 1 : 0{,}490 \quad \beta = 119°48'$

Arseniopleit, von unbekannter Symmetrie, hat wahrscheinlich die Formel $(Ca, Mn)_3(Mn^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdots}, Mg, Fe^{\cdots})_4[(OH)_4 \mid (AsO_3OH)(AsO_4)_3]$.

b) Descloizit-Reihe. Rhombisch-disphenoidisch, $D_2^4 - P2_12_12_1$. Isotypie; unbegrenzte Diadochie (Zn, Cu) in der Reihe Descloizit-Mottramit.

Adelit	$CaMg[OH \mid AsO_4]$	$a_0 = 5{,}89 \quad b_0 = 8{,}87 \quad c_0 = 7{,}44$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}664 : 1 : 0{,}839 \quad Z = 4$
Austinit	$CaZn[OH \mid AsO_4]$	$a_0 = 5{,}91 \quad b_0 = 9{,}02 \quad c_0 = 7{,}44$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}655 : 1 : 0{,}825 \quad Z = 4$
Konichalcit (Higginsit)	$CaCu[OH \mid AsO_4]$	$a_0 = 5{,}85 \quad b_0 = 9{,}23 \quad c_0 = 7{,}43$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}634 : 1 : 0{,}805 \quad Z = 4$
Duftit	$PbCu[OH \mid AsO_4]$	$a_0 = 5{,}91 \quad b_0 = 9{,}14 \quad c_0 = 7{,}52$[7]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}647 : 1 : 0{,}823 \quad Z = 4$
Tangeit (Calciovolborthit)*	$CaCu[OH \mid VO_4]$	$a_0 = 5{,}90 \quad b_0 = 9{,}24 \quad c_0 = 7{,}44$[8]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}639 : 1 : 0{,}805 \quad Z = 4$

Descloizit $Pb(Zn, Cu)[OH \mid VO_4]$ $a_0 = 6{,}06$ $b_0 = 9{,}41$ $c_0 = 7{,}58$[9])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}644 : 1 : 0{,}805$ $Z = 4$

Mottramit $Pb(Cu, Zn)[OH \mid VO_4]$ Nach Pulveraufnahmen fast gleiche Gitterkonstanten wie Descloizit

Pyrobelonit $PbMn[OH \mid VO_4]$ D_{2h}^{16} — Pmcn (?)
$a_0 = 6{,}23$ $b_0 = 9{,}59$ $c_0 = 7{,}76$[10])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}650 : 1 : 0{.}809$ $Z = 4$

Die Symmetrie von Adelit, Austinit, Barthit und Konichalcit ist eindeutig rhombisch-disphenoidisch mit der Raumgruppe $D_2^4 - P2_12_12_1$, die Vanadate erscheinen hingegen im allgemeinen holoedrisch mit D_{2h}^{16} — Pmcn, doch wurde bereits von Hägele (1939) $D_2^4 - P2_12_12_1$ in Erwägung gezogen und von Qurashi, Barnes und Berry (1953) in einer vorläufigen Mitteilung bestätigt.

Die Identität bzw. gegenseitige Verwandtschaft von Calciovolborthit-Tangeit und Volborthit-Usbekit[11]) ist noch nicht ganz geklärt.

Barthit ist nach E. Fischer (1944) eine Varietät von Austinit mit ganz wenig Cu für Zn in den äußersten Partien, a : b : c = 0,648 : 1 : 0,832; neben prismatischen Kristallen treten auch solche von disphenoidischem Habitus auf. **Araeoxen** ist eine arsenathaltige Varietät von Descloizit. **Turanit** ist chemisch und auch strukturell (nach Pulveraufnahmen, Frondel 1948) ähnlich Mottramit. Vesbin ist identisch mit Mottramit (Zambonini und Carobbi 1927). „β-Duftit" (C. Guillemin 1956) ist Duftit mit wenig Ca für Pb.

---

[1]) T. Deans & J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1955. 681.
[2]) H. Strunz, Z. Krist. **96**. 1937. 7 u. Zbl. Min. 1938. 59.
[3]) P. Kokkoros, Z. Krist. **99**. 1938. 38. – F. Machatschki, Z. Krist. **103**. 1941. 221.
[4]) G. Hägele, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **75**. 1939. 101.
[5]) W. E. Richmond, Am. Min. **25**. 1940. 441.
[6]) H. Strunz, Z. Krist. **101**. 1939. 496. – W. E. Richmond 1940, l. c. – M. M. Qurashi, W. H. Barnes & L. G. Berry, Am. Min. **38**. 1953. 557. – M. M. Qurashi & W. H. Barnes, Am. Min. **39**. 1954. 416 (Struktur).
[7]) W. E. Richmond 1940, l. c. (D_{2h}^6–Pnan).
[8]) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 246.
[9]) F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 376. – G. Hägele 1939, l. c. – W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407. – H. G. Bachmann, N. Jb. Min. Mh. 1953. 193.
[10]) H. Strunz 1939, l. c. – W. E. Richmond 1940, l. c. – D. M. Donaldson & W. H. Barnes, Am. Min. **40**. 1955. 580 (Struktur).
[11]) Siehe VII. C. 3.
*) „Calciovolborthit" hat zwar Priorität, ist aber wohl irreführend.

11.) Kirrolith-Brasilianit-Bayldonit-Gruppe.

Tavistockit $Ca_3Al_2[OH \mid PO_4]_3$ Rhombisch

Kirrolith $Ca_3Al_2[OH \mid PO_4]_3$ Rhombisch oder monoklin

Brasilianit $NaAl_3[(OH)_2 \mid PO_4]_2$ Monoklin-prismat. C_{2h}^5—$P2_1/n$
$a_0 = 11{,}19$ $b_0 = 10{,}08$ $c_0 = 7{,}06$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}110 : 1 : 0{,}700$
$\beta = 97°22'$ $Z = 2$

Ježekit	$Na_4CaAl_2[O(OH, F)_4 \mid (PO_4)]_2$	Monoklin $a : b : c = 0{,}8959 : 1 : 1{,}0241$ $\beta = 105°31^1/_2'$
Lacroixit	$Na_4Ca_2Al_3[(OH, F)_8 \mid (PO_4)_3]$	Monoklin? $a : b : c = 0{,}796 : 1 : 1{,}568$
Böggildit[2])	$Na_2Sr_2Al_2[F_9 \mid PO_4]$	Monoklin-prismat. C_{2h}^5—$P\,2_1/c$ $a_0 = 5{,}24$ $b_0 = 10{,}48$ $c_0 = 18{,}52$ $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}500 : 1 : 1{,}768$ $\beta = 107°35'$ $Z = 4$[2a])
Karminit	$PbFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid AsO_4]_2$	Rhombisch $a : b : c = 0{,}7373 : 1 : 0{,}4663$
Bayldonit	$PbCu_3[OH \mid AsO_4]_2$	Monoklin $a_0 = 5{,}03$ $b_0 = 5{,}97$ $c_0 = 6{,}93$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}843 : 1 : 1{,}161$ $\beta = 103°$ $Z = 1$
Vésigniéit[4])	$BaCu_3[OH \mid VO_4]_2$	Vielleicht isotyp mit Bayldonit

Bialith ist angeblich ein Mg-haltiger Tavistockit.

---

[1]) C. S. Hurlbut & E. J. Weichel, Am. Min. **31**. 1946. 507.

[2]) R. Bögvad, Medd. Dansk. Geol. Fören. **12**. 1951. 109 – A. N. Nielsen, Acta. Chem. Skand. **8**. 1954. 136. — H. Pauly, Medd. om Grönland **137**. 1956. Nr. 6. – [2a]) C. K. Möller, Medd. om Grönland **137**. 1956. 6.

[3]) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 64.

[4]) C. Guillemin, C. R. Acad. Sci. Paris **240**. 1955. 2331 (Erstbeschreibung und röntgenograph. Vergleich mit Bayldonit und „Kolovratit").

12.) Crandallit-Reihe. Meist ditrigonal-skalenoedrisch. Pseudokubisch.

Crandallit	$CaAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$	$C_{3v}^5 - R\,3m$ $a_0 = 6{,}99$ $c_0 = 16{,}13$[1]) $c_0/a_0 = 2{,}308$ $a_{rh} = 6{,}72$ $\alpha' = 62°40'$ $Z = 1$
Goyazit (Hamlinit)	$SrAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$	$D_{3d}^5 - R\,3\,m$ $a_0 = 6{,}98$ $c_0 = 16{,}54$[2]) $c_0/a_0 = 2{,}370$ $a_{rh} = 6{,}83$ $\alpha' = 61°28'$ $Z = 1$
Gorceixit	$BaAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$	$c/a = ?$
Dussertit	$BaFe_3^{\cdot\cdot\cdot}H[(OH)_6 \mid (AsO_4)_2]$	$c/a = ?$
Plumbogummit	$PbAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$	$c/a = ?$
Florencit	$CeAl_3[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$	$a_0 = 6{,}76$ $c_0 = 16{,}55$[3]) $c_0/a_0 = 2{,}448$ $Z = 1$

Es besteht Homöotypie mit den Mineralien der Alunit-Beudantit-Gruppe; die letzteren könnten auch hierher gestellt werden. **Deltait** und **Pseudowavellit** geben

gleiches Röntgendiagramm wie Crandallit und sind damit identisch. **Stiepelmannit** ist Florencit mit einem gewissen (Y, Yb)-Gehalt.

[1]) E. S. Larsen, Am. Min. **27**. 1942. 288 für „Deltait". – Vgl. D. McConnell 1942. – R. Pulou, M. Orliac & L. Capdecomme, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.
[2]) B. Goßner, Z. Krist. **96**. 1937. 488.
[3]) P. Ramdohr & E. Thilo, Zbl. Min. 1940 (für Florencit von Klein-Spitzkopje = „Stiepelmannit").

13.) Apatit-Pyromorphit-Gruppe. Hexagonal-dipyramidal. $C_{6h}^2 - P6_3/m$. $Z = 2$. Isotypie.

a) Apatit-Reihe[1]):

Apatit	$Ca_5[F\,\vert\,(PO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}38$	$c_0 = 6{,}86$	$c_0/a_0 = 0{,}731$
Hydroxyl-Apatit	$Ca_5[OH\,\vert\,(PO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}44$	$c_0 = 6{,}95$	$c_0/a_0 = 0{,}736$
Chlor-Apatit	$Ca_5[Cl\,\vert\,(PO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}54$	$c_0 = 6{,}86$	$c_0/a_0 = 0{,}719$
Oxy-Apatit (Voelckerit)	$Ca_{10}[O\,\vert\,(PO_4)_6]$	$a_0 = 9{,}40$	$c_0 = 6{,}94$	$c_0/a_0 = 0{,}739$
Carbonat-Apatit (Francolith)	$Ca_5[F\,\vert\,(PO_4, CO_3OH)_3]$	$a_0 = 9{,}36$	$c_0 = 6{,}90$	$c_0/a_0 = 0{,}737$

b) Svabit[2]):

Svabit	$Ca_5[F\,\vert\,(AsO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}72$	$c_0 = 6{,}96$	$c_0/a_0 = 0{,}716$

c) Reihe der Silikat-Apatite[3]):

Ellestadit	$Ca_5[OH\,\vert\,(SiO_4, SO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}55$	$c_0 = 6{,}92$	$c_0/a_0 = 0{,}725$
Wilkeit	$Ca_5[(F,O)\,\vert\,(PO_4, SiO_4, SO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}50$	$c_0 = 6{,}92$	$c_0/a_0 = 0{,}728$
Britholith	$(Na,Ce,Ca)_5[F\,\vert\,(SiO_4, PO_4)_3]$	$a_0 = 9.63$	$c_0 = 7{,}03$	$c_0/a_0 = 0{,}730$

d) Pyromorphit-Reihe[4]):

Pyromorphit	$Pb_5[Cl\,\vert\,(PO_4)_3]$	$a_0 = 9{,}97$	$c_0 = 7{,}33$	$c_0/a_0 = 0{,}735$
Mimetesit	$Pb_5[Cl\,\vert\,(AsO_4)_3]$	$a_0 = 10{,}38$	$c_0 = 7{,}54$	$c_0/a_0 = 0{,}726$
Vanadinit	$Pb_5[Cl\,\vert\,(VO_4)_3]$	$a_0 = 10{,}49$	$c_0 = 7{,}44$	$c_0/a_0 = 0{,}709$

Zu a): Varietäten von Apatit sind: **Dehrnit,** mit geringem Na-Gehalt, $a_0 = 9{,}33$, $c_0 = 6{,}88$, $c_0/a_0 = 0{,}737$; **Lewistonit,** mit geringem K-Gehalt, $a_0 = 9{,}37$, $c_0 = 6{,}90$, $c_0/a_0 = 0{,}736$; **Strontium-(Fluor)-Apatit** von Libby-Montana, hat 46,3% CaO, 11,6% SrO, $a_0 = 9{,}41$, $c_0 = 6{,}91$, $c_0/a_0 = 0{,}734$; **Belowit** ist ein Strontiumapatit mit 33,6% SrO, 24,0% seltenen Erden, $a_0 = 9{,}62$, $c_0 = 7{,}12$, $c_0/a_0 = 0{,}740$[1a]); **Manganapatit** mit mehreren Prozent MnO, $a_0 = 9{,}35$, $c_0 = 6{,}81$, $c_0/a_0 = 0{,}728$; **Manganhydroxylapatit** (von Varuträsk) $a_0 = 9{,}56$, $c_0 = 6{,}74$, $c_0/a_0 = 0{,}705$; **Manganoxyapatit (Manganvoelckerit)** $a_0 = 9{,}36$, $c_0 = 6{,}84$, $c_0/a_0 = 0{,}731$. **Dahllit** ist nach den Untersuchungen von McConnel als Oxyfrancolith aufzufassen, $a_0 = 9{,}43$, $c_0 = 6{,}89$, $c_0/a_0 = 0{,}731$. Synthetisch wurden von R. Klement die reinen Cd-, Sr-, Ba- und Pb-Hydroxylapatite dargestellt.

Kollophan ist mikrokristalliner, meist CO_3 und Fluor enthaltender Apatit und tritt als Hauptbestandteil der **Phosphorite** auf, die ihrerseits aus mehreren Mineralarten bestehende Sedimentgesteine sind.

Zu b): – – –

Zu c): **Abukumalit** wird nach F. Machatschki ein Yttererdensilikatapatit sein: $(Y, Th, Ca)_5[(F, O)\,|\,(SiO_4, PO_4, AlO_4)_3]$.

Zu d): **Strontiumarsenapatit (Fermorit)**, $a_0 = 9{,}62$, $c_0 = 7{,}01$, $c_0/a_0 = 0{,}729$; **Calciumpyromorphit (Polysphärit); Phosphormimetesit (Kampylit)**, $a_0 = 10{,}16$, $c_0 = 7{,}41$, $c_0/a_0 = 0{,}729$; **Calciumbariummimetesit (Hedyphan)**, $a_0 = 9{,}99-10{,}16$, $c_0 = 7{,}14-7{,}36$, $c_0/a_0 = 0{,}706-0{,}726$; **Arsenvanadinit (Endlichit)**.

---

[1]) Zur Struktur der Apatitgruppe (SB. **2**. 99): St. Náray-Szabó, Z. Krist. **75**. 1930. 387. – M. Mehmel, Z. Krist. **75**. 1930. 323 u. Z. phys. Chem. **15** A. 1931. 223. – S. B. Hendricks, M. E. Jefferson & V. M. Mosley, Z. Krist. **81**. 1932. 352. – J. W. Gruner & D. Mc Connell, Z. Krist. **97**. 1937. 208. – Bale, Am. J. Roentg. Rad. Therapy **43**. 1940. 735. – S. B. Hendricks & W. L. Hill, Science **96**. 1942. 255. – C. A. Beevers & D. B. McIntyre, Min. Mag. **27**. 1946. 254. – Ferner: C. Burri, J. Jakob, R. L. Parker & H. Strunz, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **15**. 1935. 327. – D. McConnell, Am. Min. **23**. 1938. 1 u. Am. J. Sci. **36**. 1938. 296. – E. B. Sandell, M. H. Hey & D. McConnell, Min. Mag. **25**. 1939. 395. – B. Mason, Geol. Fören. Förh. **63**. 1941. 279. – P. Dihn & R. Klemm, Z. Elektrochem. **48**. 1942. 331. – E. S. Larsen, M. H. Fletscher & E. A. Cisney, Am. Min. **37**. 1952. 656. – D. McConnell, Am. Min. **37**. 1952. 295. – Z. S. Altschuler, E. A. Cisney & I. H. Barlow, Am. Min. **38**. 1953. 328. – F. E. Wickman, Geol. Fören. Förh. **76**. 1954. 495. – [1a]) L. S. Borodin & M. E. Kazakowa, Doklady Akad. USSR. **96**. 1954. 613.

[2]) – – –

[3]) D. McConnell, Am. Min. **22**. 1937. 977. – F. Machatschki, Zbl. Min. 1939. 161.

[4]) G. Aminoff & A. L. Parsons, Geol. Fören. Förh. **49**. 1927. 438. – F. Zambonini & A. Ferrari, Att. Acc. Lincei **7**. 1928. 283. – M. Mehmel, 1931, l. c. – S. B. Hendricks, M. E. Jefferson & V. M. Mosley 1932, l. c.

14.) Georgiadesit-Sahlinit-Atelestit-Gruppe.

Georgiadesit $Pb_3[Cl_3\,|\,AsO_4]$ Monoklin
$a : b : c = 1{,}7675 : 1 : 1{,}5438$ $\beta = 102°\,33^1/_2'$

Sahlinit $Pb_{14}[Cl_4\,|\,O_9\,|\,(AsO_4)_2]$ Monoklin

Atelestit $Bi_2[O\,|\,OH\,|\,AsO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 7{,}01$ $b_0 = 7{,}46$ $c_0 = 11{,}03$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}940 : 1 : 1{,}479$ $\beta = 109°\,56^1/_2'$
$Z = 4$

---

[1]) E. Fischer, Heidelberger Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 113.

C.) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate und Vanadate ohne fremde Anionen

1.) Faheyit-Kolbeckit-Gruppe.

Faheyit $(Mn, Mg, Na)Fe_2^{\cdots}Be_2[PO_4]_4 \cdot 6H_2O$ Hexagonal
$a_0 = 9{,}43$ $c_0 = 16{,}0$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}697$ $Z = 3$

Kolbeckit $(Al, Ca, Fe)Be_2[(P, Si)O_4]_2 \cdot 6H_2O$ (?) Monoklin
$a_0 = 5{,}34$ $b_0 = 10{,}09$ $c_0 = 8{,}46$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}529 : 1 : 0.838$
$\beta = 90°40'$

[1]) M. L. Lindberg & K. J. Murata, Am. Min. **38**. 1953. 263.
[2]) R. Schroeder & W. Borchert, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **1**. 1949. 110.

2.) Huréaulith-Reihe.

Huréaulith $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_5H_2[PO_4]_4 \cdot 4H_2O$ Monoklin-prismat. $C_{2h}^4 - P2/c$
$a_0 = 17{,}42$ $b_0 = 9{,}12$ $c_0 = 9{,}50$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}910 : 1 : 1{,}042$
$\beta = 96°40'$ $Z = 4$

Ca-Huréaulith[2]) $Mn_5Ca[PO_4]_4 \cdot 4H_2O$ Achsenverhältnis unbekannt

Mit Huréaulith sind Baldaufit, Palait, Pseudopalait und Wenzelit identisch[1a]). **Salmonsit** ist ein Ferri-Hydroxyl-Huréaulith, $(Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_5H_2[PO_4, (OH)_4]_4 \cdot 4H_2O$; sein Röntgenbild ist unscharf, aber ähnlich dem von Huréaulith.

[1]) J. D. McCullough in Murdoch, Am. Min. **28**. 1943. 19. – [1a]) Vgl. H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1954. 166.
[2]) A. Volborth, Suomen Geologinen Seura 1954. Nr. 2. 5.

3.) Scholzit-Legrandit-Volborthit-Gruppe.

Scholzit $CaZn_2[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
$D_{2h}^5 - Pbmm$ ($D_{2h}^{16} - Pbnm$)
$a_0 = 17{,}14$ $b_0 = 22{,}19$ $c_0 = 6{,}61$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}772 : 1 : 0{,}298$ $Z = 12$

Legrandit $Zn_3[AsO_4]_2 \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$ Monoklin
$a_0 = 12{,}72$ $b_0 = 7{,}92$ $c_0 = 10{,}20$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}606 : 1 : 1{,}288$
$\beta = 104°25'$ $Z = 4$

Fervanit $Fe^{\cdot\cdot\cdot}[VO_4] \cdot H_2O$ Monoklin (?)

Volborthit (Usbekit) $Cu_3[VO_4]_2 \cdot 3H_2O$ Monoklin (?)

Henwoodit ist vielleicht $CuAl_4H_{10}[PO_4]_8 \cdot 6H_2O$.

[1]) H. Strunz & Ch. Tennyson, Z. Krist. **107**. 1956. 318.
[2]) F. A. Bannister in J. Drugman & M. H. Hey, Min. Mag. **23**. 1932. 175.

4.) Phosphoferrit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, $D_{2h}^7 - Pcnm$.

Phosphoferrit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_3[PO_4]_2 \cdot 3H_2O$ $a_0 = 8{,}66$ $b_0 = 10{,}02$ $c_0 = 9{,}41$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}864 : 1 : 0{,}939$
$Z = 4$

Reddingit $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_3[PO_4]_2 \cdot 3H_2O$ $a_0 = 8{,}71$ $b_0 = 10{,}08$ $c_0 = 9{,}49$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}864 : 1 : 0{,}941$
$Z = 4$

Mit **Landesit** werden Oxydationsprodukte von Phosphoferrit und Reddingit bezeichnet mit der wahrscheinlichen Formel $(Mn, Fe''')_{<3}[PO_4]_2 \cdot 3H_2O$; sie geben ähnliche Pulverdiagramme wie Phosphoferrit und Reddingit[3]).

[1]) Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Abh. **87**. 1954. 185. – P. Eversheim & W. Kleber, Acta Cryst. **6**. 1953. 215. – „Reddingit" wurde z. T. auch für Phosphoferrit verwendet.
[2]) Aufstellung Dana 1878; Gitterkonstanten: C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 752.
[3]) M. E. Mrose, priv. Mitt. 1954.

5.) Klinovariscit-Variscit-Gruppe.

Es besteht Isodimorphie, wobei wahrscheinlich aus den Mineralien der monoklinen Reihe durch eine Raumgitter-Verzwillingung nach (100) die Mineralien der rhombischen Reihe hervorgehen.

a) Klinovariscit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^2 - P2_1/m$.

Klinovariscit	$Al[PO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = 5{,}16$ $b_0 = 9{,}47$ $c_0 = 8{,}47$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}545 : 1 : 0{,}894$
		$\beta \sim 90°$ $Z = 4$
Klinostrengit (**Phosphosiderit**)	$Fe'''[PO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = 5{,}29$ $b_0 = 9{,}77$ $c_0 = 8{,}73$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}541 : 1 : 0{,}894$
		$\beta = 90°36'$ $Z = 4$

b) Variscit-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{15}—Pcab.

Variscit	$Al[PO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = 9{,}87$ $b_0 = 9{,}57$ $c_0 = 8{,}52$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}031 : 1 : 0{,}890$ $Z = 8$
Strengit	$Fe'''[PO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = 10{,}08$ $b_0 = 9{,}87$ $c_0 = 8{,}67$[4])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}021 : 1 : 0{,}878$ $Z = 8$
Mansfieldit	$Al[AsO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = —$ $b_0 = —$ $c_0 = —$
		$a_0 : b_0 : c_0 = : —$
Skorodit	$Fe'''[AsO_4] \cdot 2H_2O$	$a_0 = 10{,}28$ $b_0 = 10{,}00$ $c_0 = 8{,}90$[5])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}028 : 1 : 0{,}890$ $Z = 8$

Redondit ist Fe-haltiger Variscit. **Klinobarrandit** und **Barrandit** sind Al-haltiger Klinostrengit bzw. Strengit. Ein **Phosphoskorodit** vom Südural ergab 26,12% As_2O_5 und 16,03% P_2O_5[5a]). **Callainit,** $Al[PO_4]$ mit $2^1/_2 H_2O$ und **Bolivarit,** angeblich $Al_2[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot H_2O$, sind vermutlich mit Variscit identisch. „Callainit" von Montebras ist nach McConnell (1942) lediglich ein Gemenge von Wavellit und Türkis.

[1]) D. McConnell, Am. Min. **25**. 1940. 719.
[2]) H. Strunz & K. v. Sztrókay, Zbl. Min. 1939. 272. – D. McConnell, Am. Min. **24**. 1939. 636; 1940, l. c.
[3]) D. McConnell 1940, l. c.
[4]) P. Kokkoros, Pract. Acad. Athénes **13**. 1938. 337. – D. McConnell 1940, l. c.
[5]) H. Strunz, Z. Krist. **99**. 1938. 513. – P. Kokkoros 1938. – D. McConnell 1940. – R. Kiriyama & K. Sakurai, X-Rays **5**. 1949. 85 (Struktur, SR. **12**. 251).
[5a]) T. N. Schadlun & Y. S. Nesterowa, Mém. Soc. Russe Min. **76**. 1947. 212.

6.) Ludlamit-Hopeit-Parahopeit-Gruppe.

Ludlamit $Fe_3^{\cdot\cdot}[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/c$
$a_0 = 9{,}25$ $b_0 = 4{,}65$ $c_0 = 10{,}45$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}989 : 1 : 2{,}247$
$\beta = 100°30'$ $Z = 2$

Phosphophyllit $Zn_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/c$
$a_0 = 10{,}25$ $b_0 = 5{,}09$ $c_0 = 10{,}51$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}014 : 1 : 2{,}065$
$\beta = 120°15'$ $Z = 2$

Hopeit $Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Rhomb.-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pmcn$
$a_0 = 18{,}36$ $b_0 = 5{,}04$ $c_0 = 10{,}64$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}643 : 1 : 2{,}111$ $Z = 4$

Lindackerit $(Cu, H_2)_3[AsO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Monoklin
$a_0 = 3{,}95$ $b_0 = 8{,}02$ $c_0 = 6{,}28$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}493 : 1 : 0{,}783$
$\beta = 100°30'$ $Z = 2$

Trichalcit $Cu_3[AsO_4]_2 \cdot 5H_2O$ (?) Rhombisch
$a_0 = 26{,}95$ $b_0 = 5{,}58$ $c_0 = 10{,}36$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}483 : 1 : 1{,}857$

Parahopeit $Zn_3[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,\bar{1}$
$a_0 = 5{,}77$ $b_0 = 7{,}55$ $c_0 = 5{,}30$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}764 : 1 : 0{,}702$ $Z = 1$
$\alpha = 93°17\frac{1}{2}'$ $\beta = 91°55'$
$\gamma = 91°19'$

Anapait $Ca_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,\bar{1}$
$a_0 = 6{,}42$ $b_0 = 6{,}89$ $c_0 = 5{,}87$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}932 : 1 : 0{,}852$ $Z = 1$
$\alpha = 101°34\frac{1}{2}'$ $\beta = 104°05\frac{1}{2}'$
$\gamma = 71°03\frac{1}{2}'$

Die Aufstellung von Ludlamit, Phosphophyllit und Hopeit ist so gewählt, daß bei allen die vollkommene Spaltbarkeit parallel (100) verläuft, wobei die b_0- und c_0-Achsen einander entsprechen und eine „Raumgitter-Verzwillingung" nach (100) monoklin-rhombisch zum Ausdruck kommt (Ludlamit $2a_0 \cdot \cos 30°15'$ = **17,71** Å, Phosphophyllit $2a_0 \cdot \cos 10°30'$ = **18,19** Å: a_0 von Hopeit = **18,36** Å). Eine makroskopische Verzwillingung nach (100) ist in der Tat bei Phosphophyllit bekannt und an Ludlamitkristallen von Hagendorf beobachtbar.

Fabregat[7a]) verwendete bei der Strukturbestimmung von Anapait die Aufstellung: $a_0 = 9{,}88$, $b_0 = 6{,}30$, $c_0 = 8{,}04$, $\alpha = 95°34'$, $\beta = 98°20'$, $\gamma = 68°06'$, $Z = 2$.

Hibbenit, angeblich $Zn_7[OH \mid (PO_4)_2]_2 \cdot 6H_2O$, ist sehr ähnlich Hopeit, möglicherweise ein Gemenge von Hopeit und Spencerit (Frondel 1948). **„Messelit"** hat sich als teilweise in Collinsit umgewandelter Anapait erwiesen (Wolfe 1940).

[1]) T. Ito & H. Mori, Acta Cryst. **4**. 1951. 412 (Struktur). – C. W. Wolfe, Am. Min. **34** 1949. 94.

[2]) C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 787. Die Aufstellung mit doppelt so großer b-flächenzentrierter Elementarzelle zeigt Beziehungen zu Klinostrengit (H. Strunz, Naturw. **30**. 1942).

[3]) C. W. Wolfe 1940, l. c.

[4]) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 37.

[5]) C. W. Wolfe, 1940, l. c. — Vgl. die Gitterkonstanten mit Tirolit (C. Guillemin, 1956, l. c.).

[6]) C. W. Wolfe, 1940, l. c.

[7]) C. W. Wolfe, 1940, l. c. —[7a]) F. J. Fabregat, Diss. Univ. Barcelona 1948 (andere Aufstellung, Struktur, SR. **13**. 315).

7.) Newberyit-Koninckit-Steigerit-Gruppe (mit $3H_2O$ pro RO_4).

Newberyit	$MgH[PO_4] \cdot 3H_2O$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{15}—Pbca $a_0 = 10{,}06$ $b_0 = 10{,}56$ $c_0 = 9{,}83$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}953 : 1 : 0{,}939$ $Z = 8$
Koninckit	$Fe'''[PO_4] \cdot 3H_2O$	Faserige Kügelchen. Rhombisch (?)
Steigerit	$Al[VO_4] \cdot 3H_2O$	Derb

Im Koninckit von Richelle, Belgien, sind 4% Al_2O_3 enthalten, im „Mn-Koninckit" aus dem Turkestangebirge 3% Mn_2O_3. **Forbesit** ist kryptokristallines $(Ni, Co)H[AsO_4]$ mit 3 bis $4H_2O$. **Richmondit** (?) soll $AlPO_4 \cdot 4H_2O$ sein.

[1]) H. Strunz & D. Eichelsdörfer, 1956 (für Newberyit vom Originalfundort Skipton Caves b. Ballarat, Austral.) – S. Pollmann, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 1957 ($a_0 = 10{,}286$, $b_0 = 10{,}691$, $c_0 = 9{,}988$, für Newberyit von Mejillones, Chile).

8.) Bobierrit-Vivianit-Gruppe.

Unterteilung in Bobierrit-Reihe und Vivianit-Reihe, wobei die Mineralien der ersteren ein doppelt so großes b_0 haben als diejenigen der Vivianit-Reihe; für erstere ist die Raumgruppe C_{2h}^5, für letztere C_{2h}^3.

a) Bobierrit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/c$.

Bobierrit	$Mg_3[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 9{,}97$ $b_0 = 27{,}71$ $c_0 = 4{,}65$[1]) $a_0 : {}^1/_2 b_0 : c_0 = 0{,}720 : 1 : 0{,}336$ $\beta = 104°01'$ $Z = 4$
Hörnesit	$Mg_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = —$ $b_0 = —$ $c_0 = —$ $a : b : {}^1/_2 c = 0{,}7676 : 1 : 0{,}3591$ $\beta = 104°25'$
Mangan-Hörnesit	$(Mn, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}38$ $b_0 = 28{,}09$ $c_0 = 4{,}77$[2]) $a_0 : {}^1/_2 b_0 : c_0 = 0{,}739 : 1 : 0{,}340$ $\beta = 105°40'$ $Z = 4$

b) Vivianit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^3 - C2/m$.

Vivianit	$Fe_3^{\cdot\cdot}[PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}08$ $b_0 = 13{,}43$ $c_0 = 4{,}70$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}751 : 1 : 0{,}350$ $\beta = 104°30'$ $Z = 2$
Parasymplesit	$Fe_3^{\cdot\cdot}[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}25$ $b_0 = 13{,}48$ $c_0 = 4{,}71$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}760 : 1 : 0{,}349$ $\beta = 103°50'$ $Z = 2$
Erythrin (Kobaltblüte)	$Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}20$ $b_0 = 13{,}37$ $c_0 = 4{,}74$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}763 : 1 : 0{,}355$ $\beta = 105°01'$ $Z = 2$
Annabergit (Nickelblüte)	$Ni_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}14$ $b_0 = 13{,}31$ $c_0 = 4{,}71$[5]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}762 : 1 : 0{,}354$ $\beta = 104°45'$ $Z = 2$
Köttigit	$Zn_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	$a_0 = 10{,}13$ $b_0 = 13{,}34$ $c_0 = 4{,}71$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}759 : 1 : 0{,}353$ $\beta = 103°50'$ $Z = 2$

Anhang:

Symplesit	$Fe_3^{\cdot\cdot}[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$ $a_0 = 7{,}87$ $b_0 = 9{,}41$ $c_0 = 4{,}72$[6]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}836 : 1 : 0{,}502$ $Z = 1$ $\alpha = 99°55'$ $\beta = 97°22^1/_2'$ $\gamma = 105°57^1/_2$

Parasymplesit und Symplesit sind dimorph, „Symplesit" wurde für das von Krenner 1887 beschriebene Material beibehalten[4a]). **Cabrerit** ist eine Varietät von Annabergit mit 4,64—9,29% MgO, **„Kobaltcabrerit"** ist Erythrin mit wohl ganz wenig MgO[7]). **Ferrisymplesit** steht dem Symplesit nahe, soll aber die Formel $Fe_3^{\cdot\cdot\cdot}[O_{1^1/_2} \mid (AsO_4)_2] \cdot 8H_2O$, wahrscheinlicher $Fe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid (AsO_4)_2] \cdot 5H_2O$, besitzen mit $OH + H_2O$ gleich 8 (entsprechend $8H_2O$ im Symplesit).

---

[1]) T. F. W. Barth, Am. Min. **22**. 1937. 325.
[2]) O. Gabrielson, Ark. Min. Geol. **1**. 1951. 333.
[3]) H. Mori & T. Ito, Acta Cryst. **3**. 1950. 1 (Struktur, SR. **13**. 308). – Vgl. Barth 1937, l. c.
[4]) H. Mori & T. Ito 1950, l. c. (Struktur, SR. **13**. 307). – [4a]) T. Ito, H. Minato & K. Sakurai, Proc. Jap. Acad. **30**. 1954. 318.
[5]) T. F. W. Barth 1937, l. c.
[6]) C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 800.
[7]) Vgl. H. Meixner, N. Jb. Min. Mh. 1950. 169; 1951. 17.

9.) Rößlerit-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^6 - C2/c$.

Phosphorrößlerit	$MgH[PO_4] \cdot 7H_2O$	$a_0 = 6{,}61$ $b_0 = 25{,}41$ $c_0 = 11{,}37$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}260 : 1 : 0{,}448$ $\beta = 94°56'$ $Z = 8$

Arsenrößlerit $MgH[AsO_4]\cdot 7H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 0{,}2616 : 1 : 0{,}4504$
$\beta = 95° 20'$

[1]) G. Hägele & F. Machatschki, Zbl. Min. 1939. 297. – Vgl. O. M. Friedrich & J. Robitsch, Zbl. Min. 1939. 142.

10.) Fairfieldit-Roselith-Gruppe.

Roselith und Brandtit sind isotyp mit Kröhnkit $Na_2Cu[SO_4]_2\cdot 2H_2O$.

a) Fairfieldit-Reihe. Triklin-pinakoidal, $C_i^1 - P\bar{1}$.

Collinsit $Ca_2(Mg, Fe)[PO_4]_2\cdot 2H_2O$
$a_0 = 5{,}71 \quad b_0 = 6{,}73 \quad c_0 = 5{,}39$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}848 : 1 : 0{,}801 \quad Z = 1$
$\alpha = 96°48' \quad \beta = 107°16^1/_2' \quad \gamma = 104°32'$ (?)

Messelit $Ca_2(Fe, Mn)[PO_4]_2\cdot 2H_2O$
Nach Pulveraufnahmen von Original-Material isotyp mit Fairfieldit[2])

Fairfieldit $Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2\cdot 2H_2O$
$a_0 = 5{,}78 \quad b_0 = 6{,}57 \quad c_0 = 5{,}48$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}880 : 1 : 0{,}834 \quad Z = 1$
$\alpha = 102°05' \quad \beta = 109°42' \quad \gamma = 90°05^1/_2'$

Nach Frondel[2]) gibt es auch einen triklinen **β-Roselith**, $Ca_2(Co, Mg)[AsO_4]_2\cdot 2H_2O$, der mit Fairfieldit isotyp ist.

b) Roselith-Reihe. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^5 - P2_1/c$.

Roselith α-$Ca_2Co[AsO_4]_2\cdot 2H_2O$ $a_0 = 5{,}61 \quad b_0 = 12{,}83 \quad c_0 = 5{,}61$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}437 : 1 : 0{,}437$
$\beta = 100°45' \quad Z = 2$

Brandtit $Ca_2Mn[AsO_4]_2\cdot 2H_2O$ $a_0 = 5{,}66 \quad b_0 = 12{,}83 \quad c_0 = 5{,}66$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}441 : 1 : 0{,}441$
$\beta = 99°30' \quad Z = 2$

Für **Belowit,** $Ca_2Mg[AsO_4]_2\cdot 2H_2O$[4]), ist nicht entschieden, ob er der triklinen oder monoklinen Reihe angehört. — **Pikropharmakolith,** ca. $(Ca, Mg)_3[AsO_4]_2\cdot 6H_2O$, kristallisiert wahrscheinlich monoklin.

[1]) C. W. Wolfe, Am. Min. **25**. 1940. 738.
[2]) Vgl. C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 828 („Neomesselit").
[3]) C. W. Wolfe 1940, l. c.
[4]) E. I. Nefedow in V. A. Mokiewsky, Mém. Soc. Russe. Min. **82**. 1953. 311.

11.) Struvit-Hannayit-Gruppe.

Struvit $NH_4Mg[PO_4]\cdot 6H_2O$ Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^2 - Pmc2_1$ (?)
$a_0 = 6{,}98 \quad b_0 = 6{,}10 \quad c_0 = 11{,}20$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}144 : 1 : 1{,}841 \quad Z = 2$

„Kaliumstruvit" (synthetisch)	$KMg[PO_4] \cdot 6H_2O$	Rhombisch-pyramidal $a : b : c = 1{,}1168 : 1 : 1{,}800$
„Arsenstruvit" (synthetisch)	$NH_4Mg[AsO_4] \cdot 6H_2O$	Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^7 - Pmn2_1$ $a_0 = 7{,}02 \quad b_0 = 6{,}15 \quad c_0 = 11{,}16$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}141 : 1 : 1{,}815 \quad Z = 2$
Hannayit	$(NH_4)_2Mg_3H_4[PO_4]_4 \cdot 8H_2O$	Triklin-pinakoidal $a : b : c = 0{,}6990 : 1 : 0{,}9743$ $\alpha = 122°31' \quad \beta = 126°46' \quad \gamma = 54°10^1/_2'$
Stercorit	$(NH_4)NaH[PO_4] \cdot 8H_2O$	Monoklin-prismatisch $a : b : c = 2{,}908 : 1 : 1{,}859 \quad \beta = 99°18'$

Dittmarit, rhombisch, ist vielleicht $(NH_4)Mg_3H_2[PO_4]_3 \cdot 8H_2O$; **Schertelit** ist $(NH_4)_2MgH_2[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$.

[1]) C. W. Wolfe in Dana **2**. 1951. 715. – Vgl. R. F. González u. Mitarb. 1955, l. c.

[2]) R. Salvia, Anal. Soc. Espan. Fis. Quim. **31**. 1933. 822. – Vgl. M. J. Garrido, Bol. Soc. Geol. Port. **4**. 1944. 13. – R. F. González & J. López de Lerma, sowie R. F. González & S. Garcia-Blanco, An. Real. Soc. Espan., Fis. Quim. Ser. A **51**. 1955. 19 bzw. 29 (Struktur).

12.) Haidingerit-Brushit-Wladimirit-Gruppe.

a) Haidingerit.

Haidingerit	$CaH[AsO_4] \cdot H_2O$	Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}8391 : 1 : 0{,}4990$

b) Brushit-Reihe. Monoklin. Isotypie mit Gips*). Die Aufstellung entspricht derjenigen von Gips nach W. F. de Jong & J. Bouman (1938).

Brushit	$CaH[PO_4] \cdot 2H_2O$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^3 - A2$ $a_0 = 5{,}89 \quad b_0 = 15{,}18 \quad c_0 = 6.38$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}388 : 1 : 0{,}420$ $\beta = 117°28' \quad Z = 4$
Pharmakolith	$CaH[AsO_4] \cdot 2H_2O$	Monoklin-sphenoidisch $C_2^3 - A2$ $a_0 = 6{,}01 \quad b_0 = 15{,}43 \quad c_0 = 6{,}30$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}389 : 1 : 0{,}408$ $\beta = 114°47' \quad Z = 4$
Weinschenkit	$(Y,Er)[PO_4] \cdot 2H_2O$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - A2/n$ $a_0 = 5{,}47 \quad b_0 = 15{,}15 \quad c_0 = 6{,}29$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}361 : 1 : 0{,}415$ $\beta = 113°24' \quad Z = 4$

c) Wladimirit.

Wladimirit[4])	$Ca_3[AsO_4]_2 \cdot 4H_2O$	Monoklin $a_0 = 5{,}81 \quad b_0 = 10{,}19 \quad c_0 = 22{,}75$[4a]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}570 : 1 : 2{,}233$ $\beta = 112°41' \quad Z = ?$

Zwischen Pharmakolith und Wladimirit besteht offenbar die Beziehung: $a_0 \sim a_0$, $^2/_3 b_0 \sim b_0$, $d_{(001)} \sim {}^1/_4 d_{(001)}$.

Churchit sollte nach Church bzw. Williams (1865) ein wasserhaltiges Phosphat mit 51,87 Gew.-% Ceriterden und 5,42 Gew.-% CaO sein, für das kristallographische Daten nicht angegeben werden konnten. Weinschenkit ist von Laubmann (1922) richtig als ein Phosphat der Yttererden mit der Formel $(Y, Er)[PO_4] \cdot 2\,H_2O$ beschrieben worden, unter gleichzeitiger Angabe der kristallographischen Achsenverhältnisse etc.; Gitterkonstanten und Isotypie mit Gips sind 1942 bekannt geworden. Damit konnte Weinschenkit als bestens definiertes Mineral angesehen werden. — Sodann wurde durch Claringbull und Hey (1953)[3a]) der Irrtum von Williams bezüglich der seltenen Erden berichtigt; es handelt sich also (ebenso wie bei Weinschenkit) um ein Phosphat der Yttererden, und da auch die Gitterkonstanten etc. mit denen von Weinschenkit übereinstimmen, konnten Claringbull und Hey die Identität beider Mineralien feststellen.

*) F. Halla, Z. Krist. **80**. 1931. 349.

[1]) W. L. Hill & S. B. Hendricks, Ind. Eng. Chem. **28**. 1936. 441. – Vgl. C. A. Beevers B. Raistrick, Nature **173**. 1954. 542.

[2]) Nach B. Goßner, Fortschr. Min. **21**. 1937. 34.

[3]) H. Strunz, Naturw. **30**. 1942. 64. – [3a]) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Mag. **30**. 1953. 211. – Vgl. auch M. Fleischer, Am. Min. **39**. 1954. 851.

[4]) V. A. Mokiewsky, Mém. Soc. Russe Min. **82**. 1953. 311. – [4a]) E. J. Nefedow, Geologie **4**. 1955. 528.

13.) Brackebuschit-Gruppe.

Brackebuschit $Pb_2(Mn,Fe)[VO_4]_2 \cdot H_2O$ Monoklin $C_{2h}^2 - P\,2_1/m$ (?)
$a_0 = 8{,}94 \quad b_0 = 6{,}17 \quad c_0 = 7{,}71$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}449 : 1 : 1{,}250$
$\beta = 111°47' \quad Z = 2$

Gamagarit, $Ba_2(Fe, Mn)[VO_4]_2 \cdot {}^1/_2 H_2O$, monoklin, stammt aus den Manganerzen von Postmasburg und ist vielleicht mit Brackebuschit verwandt. **Sjögrufvit** soll $(Mn, Ca, Pb)_3Fe'''[AsO_4]_3 \cdot 3H_2O$ sein. **Pintadoit** ist vielleicht $CaH[VO_4] \cdot 4H_2O$; **Fernandinit** hat die Zusammensetzung $CaV_2''''[VO_4H_2]_{10} \cdot 4H_2O$.

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 489. – W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407. – D. M. Donaldson & W. H. Barnes, Am. Min. **40**. 1955. 597 (Struktur).

D.) Wasserhaltige Phosphate, Arsenate und Vanadate mit fremden Anionen

1.) **Moraesit** $Be_2[OH \mid PO_4] \cdot 4H_2O$ Monoklin
$C_s^4 - Cc$ oder $C_{2h}^6 - C\,2/c$
$a_0 = 8{,}55 \quad b_0 = 36{,}90 \quad c_0 = 7{,}13$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}232 : 1 : 0{,}193$
$\beta = 97°41' \quad Z = 12$

[1]) M. L. Lindberg, W. T. Pecora & A. L. de M. Barbosa, Am. Min. **38**. 1953. 1126.

2.) Tagilit-Euchroit-Gruppe (mit 1 OH pro RO_4).

Tagilit $Cu_2[OH\,|\,PO_4]\cdot H_2O$ (?) Monoklin

Spencerit $Zn_2[OH|\,PO_4]\cdot 1^1/_2H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 1{,}0125 : 1 : 1{,}0643$
$\beta = 116°47'$

Euchroit $Cu_2[OH|AsO_4]\cdot 3H_2O$ Rhombisch-disphenoidisch D_2^4—$P2_12_12_1$
$a_0 = 10{,}07$ $b_0 = 10{,}52$ $c_0 = 6{,}12$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}957 : 1 : 0{,}582$ $Z = 4$

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 484.

3.) Vauxit-Metavauxit-Gruppe.

Vauxit $Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH|PO_4]_2\cdot 7H_2O$ Triklin-pinakoidal C_i^1—$P\bar{1}$
$a_0 = 9{,}09$ $b_0 = 11{,}57$ $c_0 = 6{,}15$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}786 : 1 : 0{,}532$ $Z = 2$
$\alpha = 98°52'$ $\beta = 92°22'$ $\gamma = 107°42^1/_2'$

Metavauxit $Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH|PO_4]_2\cdot 8H_2O$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/c$
$a_0 = 10{,}23$ $b_0 = 9{,}59$ $c_0 = 6{,}94$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}067 : 1 : 0{,}724$
$\beta = 98°02'$ $Z = 2$

Stewartit $MnFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH\,|PO_4]_2\cdot 8H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 7{,}17$ $b_0 = 60{,}8$ $c_0 = 10{,}41$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}118 : 1 : 0{,}171$
$\beta = 109°32'$ $Z = 12$

Pseudolaueit $MnFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH\,|PO_4]_2\cdot 8H_2O$
Monoklin-prismatisch
$a_0 = 9{,}57$ $b_0 = 7{,}45$ $c_0 = 10{,}16$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}285 : 1 : 1{,}364$
$\beta = 104°40'$ $Z = 2$

[1]) E. W. Nuffield in Dana **2**. 1951. 974.
[2]) Ch. Tennyson, Naturw. **43**. 1956. 128.
[3]) H. Strunz, Naturw. **43**. 1956. 128.

4.) Gordonit-Reihe. Isotypie. Triklin-pinakoidal, C_i^1—$P\bar{1}$.

Gordonit $MgAl_2[OH\,|PO_4]_2\cdot 8H_2O$ $a_0 = 5{,}26$ $b_0 = 10{,}51$ $c_0 = 6{,}98$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}500 : 1 : 0{,}664$ $Z = 1$
$\alpha = 109°27'$ $\beta = 110°57^1/_2'$
$\gamma = 71°40^1/_2'$

Paravauxit $Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH|PO_4]_2\cdot 8H_2O$ $a_0 = 5{,}24$ $b_0 = 10{,}54$ $c_0 = 6{,}97$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}497 : 1 : 0{,}661$ $Z = 1$
$\alpha = 107°32'$ $\beta = 110°23'$ $\gamma = 72°09'$

Laueit $MnFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH|PO_4]_2 \cdot 8H_2O$ $a_0 = 5{,}28$ $b_0 = 10{,}66$ $c_0 = 7{,}14$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}495 : 1 : 0{,}676$ $Z = 1$
$\alpha = 107°55'$ $\beta = 110°59'$ $\gamma = 71°07'$

[1]) E. S. Larsen, Am. Min. **27**. 1942. 295.
[2]) E. W. Nuffield in Dana **2**. 1951. 974.
[3]) H. Strunz, Naturw. **41**. 1954. 256.

5.) Kakoxen-Bermanit-Eleonorit-Gruppe (mit ungefähr $1^1/_2$ OH pro RO_4).

Kryshanowskit $MnFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH|PO_4]_2 \cdot H_2O$ Monoklin[1])

Kakoxen $Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[OH|PO_4]_3 \cdot 12H_2O$ Hexagonal
$a_0 = 7{,}92$ $c_0 = 10{,}5$[2])
$c_0/a_0 = 1{,}325$ $Z = 1$

Bermanit $(Mn^{\cdot\cdot}, Mg)_5(Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_8[(OH)_5 | (PO_4)_4]_2 \cdot 15H_2O$
Rhombisch-dipyramidal
$a_0 = 6{,}26$ $b_0 = 8{,}94$ $c_0 = 19{,}65$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}700 : 1 : 2{,}198$
$Z = 1$

Beraunit $Fe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3|(PO_4)_2] \cdot 2^1/_2 H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 20{,}59$ $b_0 = 5{,}15$ $c_0 = 19{,}23$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}998 : 1 : 3{,}734$
$\beta = 94°06'$ $Z = 8$

Eleonorit ist mit Beraunit identisch, vielleicht auch **Tinticit** (Stringham 1946), ungefähr $Fe_3[(OH)_3 | (PO_4)_2] \cdot 3H_2O$. **Diadochit**, auch „**Geldiadochit**" genannt, ist röntgen-amorph und hat die ungefähre Zusammensetzung $Fe_4[(OH)_4 | (PO_4, SO_4)_3] \cdot 13H_2O$; **Destinezit**, von annähernd gleicher Zusammensetzung wie Diadochit, ist monoklin. **Pitticit** (Arseneisensinter), amorph, soll $Fe_{20}^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_{24} | (AsO_4, PO_4, SO_4)_{13}] \cdot 9H_2O$ sein; **Ganomatit (Gänsekötigerz)**, ein Fe-Arsenat mit Ag- und Co-Gehalten, ist gleichfalls röntgenamorph.

[1]) A. I. Ginzburg, Doklady Akad. Wiss. USSR **72**. 1950. 762.
[2]) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132.
[3]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **21**. 1936. 656.
[4]) E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 204.

6.) Souzalith-Wavellit-Gruppe.

Souzalith $(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_4[(OH)_3 | (PO_4)_2]_2 \cdot 2H_2O$
Monoklin (?)[1])

Sterrettit $Al_3[(OH)_3 | (PO_4)_2] \cdot 2^1/_2 H_2O$ Rhombisch $D_2^4 - P2_12_12_1$
$a_0 = 8{,}92$ $b_0 = 10.22$ $c_0 = 5{,}44$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}873 : 1 : 0{,}532$ $Z = 2$

Coeruleolaktit $Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 4H_2O$
Kryptokristalline bis faserige Krusten, optisch fast einachsig

Wavellit $Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 5H_2O$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}—Pcmn
$a_0 = 9{,}62$ $b_0 = 17{,}34$ $c_0 = 6{,}99$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}555 : 1 : 0{,}403$ $Z = 4$
c_0 = Faserachse

Kingit[4]) $Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 9H_2O$?

„Coeruleolaktit" von East Whiteland Township, Pa., ist Türkis (McConnell 1942). Mit Wavellit ist „Fischerit" identisch[3a]).

---

[1]) W. T. Pecora & J. J. Fahey, Am. Min. **34**. 1949. 83.
[2]) E. S. Larsen & A. Montgomery, Am. Min. **25**. 1940. 513.
[3]) S. G. Gordon, Am. Min. **35**. 1950. 132. – Vgl. W. Jansen, Z. Krist. **85**. 1933. 239. – V. Caglioti, Min. Abs. **7**. 1938. 88. – [3a]) E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1955. 522.
[4]) K. Norrish, L. E. R. Rogers & R. E. Shapter, Min. Soc. Notice Nr. 94, 1956.

7.) Childrenit-Reihe (mit 2 OH pro RO_4). Rhombisch, D_{2h}^{18}—Bbam oder C_{2v}^{17}—Bba 2. Isomorphie.

Childrenit $(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Al[(OH)_2 \mid PO_4] \cdot H_2O$
$a_0 = 10{,}38$ $b_0 = 13{,}36$ $c_0 = 6{,}91$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}777 : 1 : 0{,}517$ $Z = 8$

Eosphorit $(Mn, Fe^{\cdot\cdot})Al[(OH)_2 \mid PO_4] \cdot H_2O$
$a_0 = 10{,}45$ $b_0 = 13{,}49$ $c_0 = 6{,}93$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}775 : 1 : 0{,}514$ $Z = 8$

Childro-Eosphorit, von Hagendorf, ist eine Varietät mit Fe : Mn = 1 : 1, $a_0 = 10{,}41$, $b_0 = 13{,}42$, $c_0 = 6{,}92$, $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}776 : 1 : 0{,}515$[3]). Die morphologische und Röntgen-Symmetrie dieser Mineralien ist D_{2h} oder C_{2v}; die optische Symmetrie ist davon abweichend nach monoklin oder triklin deformiert, wohl als Folge einer Diadochie sehr unterschiedlich großer Ionen in einem sehr empfindlichen Gitter. **Oxychildrenit**[4]), aus einem Pegmatit von Ostkasakistan, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Childrenit und ist wohl $(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})Al[(O, OH)_2 \mid PO_4] \cdot H_2O$.

---

[1]) W. H. Barnes, Am. Min. **34**. 1949. 12. — W. H. Barnes & V. C. Shore, Am. Min. **36**. 1951. 509.
[2]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **35**. 1950. 793.
[3]) H. Strunz & M. Fischer, N. Jb. Min. Mh. 1957.
[4]) A. I. Ginzburg & N. V. Voronkowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **71**. 1950. 145.

8.) Türkis-Reihe. Triklin-pinakoidal, $C_i^1 - P\,1$. Isomorphie.

Türkis $CuAl_6[(OH)_2 \mid PO_4]_4 \cdot 4H_2O$
(Kallait)
$a_0 = 7{,}48$ $b_0 = 9{,}95$ $c_0 = 7{,}69$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}752 : 1 : 0{,}773$ $Z = 1$
$\alpha = 111°39'$ $\beta = 115°23'$ $\gamma = 69°26'$

Faustit $(Zn, Cu)Al_6[(OH)_2 \mid PO_4]_4 \cdot 4H_2O$
Pulveraufnahme analog Türkis[2])

Chalkosiderit $CuFe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_2 \mid PO_4]_4 \cdot 4H_2O$
$a_0 = 7{,}68$ $b_0 = 10{,}20$ $c_0 = 7{,}90$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}753 : 1 : 0{,}775$ $Z = 1$
$\alpha = 112°29'$ $\beta = 115°18'$ $\gamma = 69°00'$

Rashleighit[4]) und **Alumochalkosiderit** sind Mischkristalle zwischen Türkis und Chalkosiderit mit Al : Fe = 2 : 1,3 bzw. 1 : 2.

[1]) A. R. Graham, Univ. Toronto. Stud. Geol. Ser. 1948. 39.
[2]) R. C. Erd, M. D. Foster & P. D. Proctor, Am. Min. **38**. 1953. 964.
[3]) A. R. Graham 1948, l. c.
[4]) A. Russel, Min. Mag. **28**. 1948. 353.

9.) Akrochordit-Tirolit-Gruppe (mit ungefähr 2 OH pro RO_4).

Chenevixit $Cu_2Fe_2[(OH)_2 \mid (AsO_4]_2 \cdot H_2O$ Kristallform?

Akrochordit $(Mn, Mg)_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2 \cdot 5H_2O$
Monoklin

Tirolit $Ca_2Cu_9[(OH)_{10} \mid (AsO_4)_4] \cdot 10H_2O$ Rhomb.-dipyramidal D_{2h}^5—Pmma(?)
(Kupferschaum)
$a_0 = 10{,}50$ $b_0 = 54{,}71$ $c_0 = 5{,}59$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}192 : 1 : 0{,}102$ $Z = 4$

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 193. – Vgl. die Gitterkonstanten mit Trichalcit!

10.) Delvauxit-Veszelyit-Gruppe (mit 3 OH pro RO_4).

Liskeardit $Al_2[(OH)_3 \mid AsO_4] \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$ Krustenförmig

Delvauxit $Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$ Gelförmig

Veszelyit $(Cu, Zn)_3[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot 2H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 9{,}84$ $b_0 = 10{,}17$ $c_0 = 7{,}48$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9675 : 1 : 0{,}7355$
$\beta = 103°25'$ $Z = 4$

Haemafibrit $Mn_3[(OH)_3 \mid AsO_4] \cdot H_2O$ Rhombisch
$a : b : c = 0{,}5261 : 1 : 1{,}1502$

Picit ist wahrscheinlich mit Delvauxit identisch und gleichfalls gelförmiger Entstehung (Frondel 1951). Arakawait und Kipushit sind nach Zsivny (1930) mit Veszelyit identisch; PO_4 kann z. T. durch AsO_4 ersetzt sein.

[1]) L. G. Berry, Am. Min. **33**. 1948. 750.

11.) Lirokonit-Evansit-Gruppe (mit mehr als 3 OH pro RO_4).

Lirokonit (Linsenerz) $Cu_2Al[(OH)_4 \mid AsO_4]\cdot 4H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - I2/a$
$a_0 = 12{,}70 \quad b_0 = 7{,}57 \quad c_0 = 9{,}88$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}678 : 1 : 1{,}305$
$\beta = 91°23' \quad Z = 4$

Evansit $Al_3[(OH)_6 \mid PO_4]\cdot 6H_2O$ Gelförmig

Planerit ist mit Evansit nahe verwandt; **Rosieresit** ist vielleicht ein Pb- und Cu-haltiger Evansit.

[1]) L. G. Berry & T. Davis, Am. Min. **32**. 1947. 196; L. G. Berry, Am. Min. **36**. 1951. 484.

12.) Roscherit-Gruppe (mit weniger als 1 OH pro RO_4).

Roscherit $(Ca, Mn, Fe)_2Al[OH \mid (PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ Monoklin
$a : b : c = 0{,}94 : 1 : 0{,}88$
$\beta = 99°50'$

Isoklas $Ca_2[OH \mid PO_4]\cdot 2H_2O$ Monoklin (?)

13.) Overit-Gruppe.

Minyulit $KAl_2[(OH, F) \mid (PO_4)_2]\cdot 4H_2O$ Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^1 - Pmm2$
$a_0 = 9{,}37 \quad b_0 = 9{,}76 \quad c_0 = 5{,}53$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}960 : 1 : 0{,}565 \quad Z = 2$

Overit $Ca_3Al_8[(OH)_3 \mid (PO_4)_4]_2\cdot 15H_2O$ Rhomb.-dipyramidal $D_{2h}^{21} - Bmam$
$a_0 = 14{,}78 \quad b_0 = 18{,}78 \quad c_0 = 7{,}13$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}787 : 1 : 0{,}380 \quad Z = 2$

Montgomeryit $Ca_4Al_5[(OH)_5 \mid (PO_4)_6]\cdot 11H_2O$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 10{,}01 \quad b_0 = 24{,}15 \quad c_0 = 6{,}26$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4145 : 1 : 0{,}259$
$\beta = 91°28' \quad Z = 2$

Weniger bekannte Mineralien dieser Gruppe sind: **Taranakit**, $KAl_3[OH \mid (PO_4)_3]\cdot 9H_2O$; **Morinit,** monoklin, wohl $Na_2Ca_3Al_3H[F_6 \mid (PO_4)_4]\cdot 8H_2O$; **Englishit,** $K_2Ca_4Al_8[(OH)_{10} \mid (PO_4)_8]\cdot 9H_2O$, monoklin (?); **Lehiit,** optisch zweiachsig, $Na_2Ca_5Al_8[(OH)_{12} \mid (PO_4)_8]\cdot 6H_2O$.

[1]) L. J. Spencer, F. A. Bannister, M. H. Hey & H. Bennett, Min. Mag. **26**. 1943. 309.
[2]) E. S. Larsen, Am. Min. **25**. 1940. 315.

14.) Wardit-Reihe. Isotypie.

Wardit $NaAl_3[(OH)_4 \mid (PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ Tetragonal-trapezoedrisch
$D_4^4 - P4_12_12$
$a_0 = 7{,}04 \quad c_0 = 18{,}88 \quad c_0/a_0 = 2{,}682$[1])
$Z = 4$

Cyrilovit $NaFe_3^{\cdots}[(OH)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$

Tetragonal-trapezoedrisch
$D_4^4 - P4_12_12$
$a_0 = 7{,}32$ $c_0 = 19{,}4$ $c_0/a_0 = 2{,}650$[2])
$Z = 4$

Millisit $(Na, Ca)Al_3[(OH, O)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$

Tetragonal, ähnliches Pulverdiagramm wie Wardit

Pallit $Ca(Al, Fe^{\cdots})_3[(OH)_3O \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$

Tetragonal
$a_0 = 7{,}0$ $c_0 = 19{,}2$ $c_0/a_0 = 2{,}74$[3])
$Z = 4$

Xanthoxen, $Ca_2Fe^{\cdots}[OH \mid (PO_4)_2] \cdot 1^1/_2 H_2O$ (Palermo-Mine); es ist allerdings nicht sicher, ob dieser mit dem Original-Xanthoxen (Laubmann und Steinmetz 1920) vom Hühnerkobel übereinstimmt. **Calcioferrit,** monoklin (?), $(Ca, Mg)_3(Fe^{\cdots}, Al)_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_4] \cdot 8H_2O$; **Mitridatit,** $\sim Ca_3Fe_4^{\cdots}[(OH)_6 \mid (PO_4)_4] \cdot 2H_2O \cdot n$ aq., erdiges hellgrünes Umwandlungsprodukt des Vivianits, aus den Eisenerzvorkommen von Kamysch-Burun, Halbinsel Kertsch; **Bořickyit,** amorph, $CaFe_4^{\cdots}[(OH)_8 \mid (PO_4)_2] \cdot 3H_2O$; **Foucherit,** amorph, ungefähr $Ca(Fe^{\cdots}, Al)_4[(OH)_8 \mid (PO_4)_2] \cdot 7H_2O$; **Arseniosiderit,** $Ca_3Fe_4[OH \mid AsO_4]_4 \cdot 4H_2O$; **Yukonit,** amorph, $CaFe_{2,33}^{\cdots}[(OH)_3 \mid (AsO_4)_2] \cdot 6H_2O$. Dennisonit bzw. Davisonit ist Apatit[4]). **Richellit,** etwa $Ca_3Fe_{10}^{\cdots}[(OH, F)_3 \mid (PO_4)_2]_4 \cdot nH_2O$, ist nur derb bekannt.

---

[1]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **37**. 1952. 849 (Formel). – E. S. Larsen, Am. Min. **27**. 1942. 292 (Gitterkonst.). – H. Heritsch, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **5**. 1955. 246 (Raumgruppe).

[2]) M. Novotny & J. Stanek, Acta Acad. Sci. Moravo-Siles. **25**. 1953. 325. — M. L. Lindberg & W. T. Pecora, Science **120**. 1954. 1074 („Avelinoit"). — H. Strunz, N. Jb. Min., Mh. 1956, 187.

[3]) L. Capdecomme & R. Pulou, C. R. Acad. Sci. Paris **239**. 1954. 288.

[4]) C. Frondel, priv. Mitt. 1954.

15.) Leukophosphit-Pharmakosiderit-Gruppe.

Leukophosphit $K(Fe, Al)_2[OH \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$

„Alumopharmakosiderit" (synthetisch) $KAl_4[(OH)_4 \mid (AsO_4)_3] \cdot 8H_2O$

Isotyp mit Pharmakosiderit
$a_0 = 7{,}79$[1])

Pharmakosiderit $KFe_4^{\cdots}[(OH)_4 \mid (AsO_4)_3] \cdot 6—7\,H_2O$

Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^1 - P43m$
$a_0 = 7{,}98$ $Z = 1$[1])

---

[1]) G. Hägele & F. Machatschki, Fortschr. Min. **21**. 1937. 77. — J. Zemann, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **1**. 1948. 1 ($a_0 = 7{,}74$ bzw. 7,93; Struktur, SR. **11**. 405).

16.) Sampleit-Tsumebit-Mixit-Walpurgin-Gruppe. Sampleit und Lavendulan sind offenbar isotyp[2]).

Sampleit $CaNaCu_5[Cl \mid (PO_4)_4] \cdot 5H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
$a_0 = 9{,}72 \quad b_0 = 38{,}48 \quad c_0 = 9{,}67$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}253 : 1 : 0{,}251 \quad Z = 8$

Lavendulan (**Freirinit**) $(Ca, Na)_2Cu_5[Cl \mid AsO_4)_4] \cdot 4 - 5H_2O$
Rhombisch
$a_0 = 9{,}73 \quad b_0 = 41{,}0 \quad c_0 = 9{,}85$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}237 : 1 : 0{,}240 \quad Z = 8$

Tsumebit $Pb_2Cu[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot 3H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 0{,}6546 : 1 : 0{,}6745$
$\beta = 94°22'$

Mixit $BiCu_{12}[(OH)_9 \mid (AsO_4)_6] \cdot 9H_2O$ Hexagonal oder Trigonal
$a_0 = 13{,}84 \quad c_0 = 5{,}96$[3])
$c_0/a_0 = 0{,}431 \quad Z = 1$

Arsenobismit $Bi_4[OH \mid AsO_4]_3 \cdot H_2O$ (?) Kryptokristallin

Walpurgin $[(BiO)_4 \mid UO_2 \mid (AsO_4)_2] \cdot 3H_2O$
Triklin $C_i^1 - P\bar{1}$ (?)
$a_0 = 7{,}13 \quad b_0 = 10{,}44 \quad c_0 = 5{,}49$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}638 : 1 : 0{,}525 \quad Z = 1$
$\alpha = 101°40' \quad \beta = 110°49' \quad \gamma = 88°17'$

---

[1]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **27**. 1942. 586.
[2]) C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 43.
[3]) A. Pabst 1948; Formel nach P. Kokkoros, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1952. 56.
[4]) H. T. Evans, Am. Min. **35**. 1950. 1021. – Formel nach E. Fischer, N. Jb. Min. Mh. 1945/48. 44.

17.) Torbernit–Meta-Torbernit–Gruppe (Uranglimmer).

Aus Uranylgruppen $[UO_2]^{2+}$ und Tetraedern $[PO_4]^{3-}$ bzw. $[AsO_4]^{3-}$ bestehende koordinativ stabile Schichten $[UO_2 \mid PO_4]^{1-}$ von tetragonaler Symmetrie*) und zweidimensional unendlicher Ausdehnung werden durch Kationen H^+, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}, Ba^{2+} usw. relativ locker zusammengehalten (J. Beintema 1938), so daß glimmerartige Spaltbarkeit resultiert: „Uranglimmer". In den Zwischenschichträumen befindet sich neben den Kationen in lockerer zeolithischer Bindung relativ viel Wasser, und zwar sind aus den Naturvorkommen zwei bevorzugte Hydratstufen bekannt: a) die Uranite mit ca. $10\,H_2O$ pro Formeleinheit*), der Symmetrie D_{4h}^{17}–I4/mmm und $c_0 \sim 20$ Å; – b) die Meta-Uranite mit ca. $8\,H_2O$ pro Formeleinheit, der Symmetrie D_{4h}^{7} – P4/nmm*) und $c_0 < 10$Å. – c) Durch Erhitzen auf 70—100° C entstehen aus den Uraniten und Meta-Uraniten die nur experi-

mentell bekannten wasserfreien „Para-Uranite". Während der Übergang Uranit ⇄ Meta-Uranit reversibel verläuft, ist der weitere Übergang Meta-Uranit → Para-Uranit offenbar irreversibel (vgl. Hallimond 1916/1920, Beintema 1938, Frondel 1951).

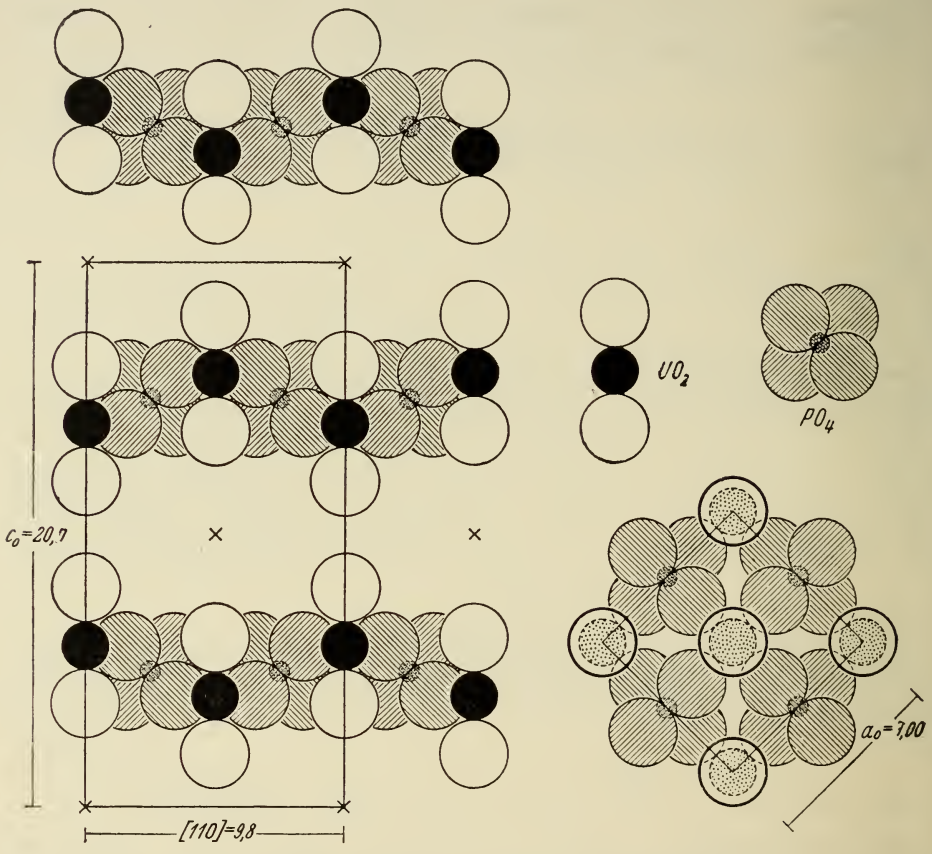


Fig. 67. Kristallstruktur von Autunit (J. Beintema 1938).

a) Torbernit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, D_{4h}^{17}—I4/mmm*).

Sabugalit	$AlH[UO_2\|PO_4]_4 \cdot 16H_2O$	$a_0 = 6{,}96$ $c_0 = 19{,}3$[1])
		$c_0/a_0 = 2{,}773$ $Z = 1$
Saléeit	$Mg[UO_2\|PO_4]_2 \cdot 10H_2O$	$a_0 = 6{,}98$ $c_0 = 19{,}81$[2])
		$c_0/a_0 = 2{,}839$ $Z = 2$
„Bassetit"	$Fe[UO_2\|PO_4]_2 \cdot 10—12H_2O$	$a_0 = —$ $c_0 = —$[3])
		$c/a = 2{,}89$
Torbernit	$Cu[UO_2\|PO_4]_2 \cdot 10(12—8)H_2O$	$a_0 = 7{,}06$ $c_0 = 20{,}5$[4])
		$c_0/a_0 = 2{,}904$ $Z = 2$

Autunit	$Ca[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 10\,(12-10)\,H_2O$	$a_0 = 7{,}00$ $c_0 = 20{,}67$[5])
		$c_0/a_0 = 2{,}953$ $Z = 2$
Uranocircit	$Ba[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	D_4^5—P $4_2$22
		$a_0 = 6{,}98$ $c_0 = 16{,}85$[6])
		$c_0/a_0 = 2{,}416$ $Z = 2$
Novačekit	$Mg[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 10\,H_2O$	$a_0 = 7{,}16$ $c_0 = 20{,}19$[7])
		$c_0/a_0 = 2{,}820$ $Z = 2$
Kahlerit	$Fe[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 10\,H_2O$ (?)	Tetragonal[8])
		$a_0 = —$ $c_0 = —$
Zeunerit (synthetisch)	$Cu[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 10\,(16-10)\,H_2O$	$a_0 = —$ $c_0 = —$[9])
Uranospinit	$Ca[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 10\,H_2O$ (?)	$a_0 = —$ $c_0 = —$ [10])
„Arsen-Uranocircit" (hypothetisch)	$Ba[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$ (?)	$a_0 = —$ $c_0 = —$

Fritzscheit ist wohl eine Mn- und VO_4-haltige Varietät von Autunit; **Uranospathit,** angeblich $Cu[UO_2\,|\,(As, P)O_4]_2 \cdot \sim 12\,H_2O$ mit As : P ~ 2 : 1[12]), soll nach Hallimond (1954) ähnlich Bassetit sein.

Natrium-Autunit, $Na_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot$ aqu., und **Hydrogen-Uranospinit** $H_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$, sind nicht näher bekannt[10a]).

b) Meta-Torbernit-Reihe. Ditetragonal-dipyramidal, D_{4h}^7—P 4/nmm*).

Synthetisch	$H_2[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	D_{4h}^7—P 4/nmm
		$a_0 = 7{,}02$ $c_0 = 9{,}04$[11])
		$c_0/a_0 = 1{,}287$ $Z = 1$
Meta-Bassetit	$Fe[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	Monoklin
		$a_0 = 6{,}98$ $b_0 = 17{,}07$ $c_0 = 7{,}01$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}409 : 1 : 0{,}411$
		$\beta = 90°32'$ $Z = 2$
		Pseudotetragonal
		$a_0 = 7{,}0$ $c_0 = 17{,}07$
		$c_0/a_0 = 2{,}439$ $Z = 2$[12])
Meta-Torbernit	$Cu[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	$a_0 = 6{,}96$ $c_0 = 8{,}62$[13])
		$c_0/a_0 = 1{,}239$ $Z = 1$
Meta-Autunit	$Ca[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 6-2\,H_2O$	$a_0 = 6{,}99$ $c_0 = 8{,}44$[14])
		$c_0/a_0 = 1{,}207$ $Z = 1$
Meta-Uranocircit (bisher „Uranocircit")	$Ba[UO_2\,|\,PO_4]_2 \cdot 6-2\,H_2O$	$a_0 = 6{,}96$ $c_0 = 8{,}53$[15])
		$c_0/a_0 = 1{,}225$ $Z = 1$
Meta-Novačekit	$Mg[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 4\,H_2O$	$a_0 = 7{,}12$ $c_0 = 8{,}60$[16])
		$c_0/a_0 = 1{,}209$ $Z = 1$
Trögerit	$H_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	$a_0 = 7{,}16$ $c_0 = 8{,}80$[17])
		$c_0/a_0 = 1{,}230$ $Z = 1$
Meta-Kahlerit (?)	$Fe[UO_2\,|\,AsO_4]_2 \cdot 8\,H_2O$	Pseudotetragonal (?)

Meta-Zeunerit (bisher „Zeunerit“)	$Cu[UO_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 7{,}13$ $c_0 = 8{,}83$[18]) $c_0/a_0 = 1{,}238$ $Z = 1$
Meta-Uranospinit	$Ca[UO_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 7{,}19$ $c_0 = 8{,}81$[17]) $c_0/a_0 = 1{,}225$ $Z = 1$
Synthetisch	$Na_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 7{,}12$ $c_0 = 8{,}70$[17]) $c_0/a_0 = 1{,}222$ $Z = 1$
Abernathyit	$K_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 7{,}17$ $c_0 = 9{,}08$[19]) $c_0/a_0 = 1{,}266$ $Z = 1$
Synthetisch	$(NH_4)_2[UO_2\,|\,AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 7{,}21$ $c_0 = 8{,}85$[17]) $c_0/a_0 = 1{,}227$ $Z = 1$
Synthetisch	$Pb[UO_2\,|\,PO_4]_2\cdot 8H_2O$	$a_0 = 6{,}93$ $c_0 = 8{,}57$[20]) $c_0/a_0 = 1{,}237$ $Z = 1$

Prjevalskit $Pb[UO_2\,|\,PO_4]_2\cdot 4H_2O$, ist nicht näher bekannt[20a]). **Sincosit,** $Ca[V(OH)_2\,|\,PO_4]_2\cdot 3H_2O$, tetragonal, ist wahrscheinlich isotyp mit Meta-Autunit.

c) Para-Uranit-Reihe.

„Para-Autunit“ (> 70° C)	$Ca[UO_2\,|\,PO_4]_2$	Rhombisch-pseudotetragonal $D_{2h}^1 - Pmmm$ $a_0 = 6{,}46$ $b_0 = 6{,}98$ $c_0 = 8{,}67$[21]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}925 : 1 : 1{,}242$ $Z = 1$

*) Abweichende Eigenschaften sind bei den betreffenden Mineralien angegeben.

[1]) C. Frondel, Am. Min. **36**. 1951. 671 (Sabugalit). – C. Guillemin & R. Pierrot, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 179.

[2]) M. E. Mrose, Am. Min. **35**. 1950. 525 (Saléeit).

[3]) A. F. Hallimond, Min. Mag. **30**. 1954. 353 (Bassetit).

[4]) S. Goldsztaub, Bull. Soc. Franç. Min. **55**. 1932. 7 (Torbernit).

[5]) J. Beintema, Rec. trav. chim. Pays-Bas **57**. 1938. 155 (Autunit, ..., Struktur, SB. **6**. 24).

[6]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, US. Geol. Surv. TEI—507. 1955. — Vgl. E. W. Nuffield & J. H. Milne, Am. Min. **38**. 1953. 476 (synthet. „Uranocircit“: $a_0 = 6{,}96$, $c_0 = 17{,}57$). – J. Beintema 1938, l. c.

[7]) C. Frondel, Am. Min. **36**. 1951. 680 (Novačekit).

[8]) H. Meixner, Karinthin **23**. 1953. 277 („Kahlerit“).

[9]) J. W.-Frondel, Am. Min. **36**. 1951. 249 („Zeunerit“).

[10]) Vgl. Zitat 16.

[10a]) Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

[11]) V. Roß, Am. Min. **40**. 1955. 917 (synthet. Kristalle).

[12]) C. Frondel, Min. Mag. **30**. 1954. 343 (Bassetit, Metabassetit). – Vgl. A. F. Hallimond 1954, l. c.

[13]) L. G. Berry 1946 in Dana **2**. 1951. 991 (Metatorbernit). — Donnay & Donnay 1955, l. c.: $a_0 = 6{,}98$, $c_0 = 17{,}41$, $P4_2/n$.

[14]) J. Beintema 1938, l. c. (Struktur, SB. **6**. 25).

[15]) J. Beintema 1938, l. c. – Vgl. E. W. Nuffield & J. H. Milne 1953, l. c.

[16]) G. Donnay & J. D. H. Donnay 1955, l. c.

[17]) M. E. Mrose, Am. Min. **38**. 1953. 1159 (synthet. Kristalle).

[18]) J. W.-Frondel 1951, l. c. — Donnay & Donnay 1955, l. c.: $a_0 = 7{,}11$, $c_0 = 17{,}38$.

[19]) M. E. Thompson, B. Ingram & E. B. Gross, Am. Min. **41**. 1956. 82.

[20]) V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915. – [20a]) Vgl. Zitat [10a].

[21]) J. Beintema 1938, l. c. (Name hier neu).

18.) Carnotit-Tyuyamunit-Gruppe. Homöotypie. Die Gitterkonstanten c_0 variieren offenbar in Abhängigkeit vom Wassergehalt.

Sengierit[1]) $Cu[UO_2|VO_4]_2 \cdot 8{-}10\,H_2O$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/a$
$a_0 = 10{,}62$ $b_0 = 8{,}10$ $c_0 = 10{,}11$[1a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}311 : 1 : 1{,}248$
$\beta = 103°40'$ $Z = 2$

Carnotit $K_2[UO_2|VO_4]_2 \cdot 3\,H_2O$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P2_1/a$
$a_0 = 10{,}47$ $b_0 = 8{,}41$ $c_0 = 6{,}91$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}245 : 1 : 0{,}822$
$\beta = 103°40'$ $Z = 2$

Tyuyamunit $Ca[UO_2|VO_4]_2 \cdot 5{-}8\frac{1}{2}\,H_2O$ Rhombisch
$a_0 = 10{,}63$ $b_0 = 8{,}36$ $c_0 = 20{,}40$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}272 : 1 : 2{,}440$

Meta-Tyuyamunit $Ca[UO_2|VO_4]_2 \cdot 3{-}5H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
D_{2h}^{16}—Pnam oder C_{2v}^9—Pna2
$a_0 = 10{,}63$ $b_0 = 8{,}36$ $c_0 = 16{,}96$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}272 : 1 : 2{,}029$

[1]) J. F. Vaes & P. F. Kerr, Am. Min. **34**. 1949. 109. – [1a]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 323. – Vgl. C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 257.

[2]) Donnay & Donnay 1954, l. c. – J. Sundberg & L. G. Sillén, Ark. Kemi **1**. 1949. 337: $c_0 = 10{,}43$, $b_0 = 8{,}40$, $a_0 = 6{,}59$, $\beta = 104°12'$ (für wasserfreie synthetische Kristalle, Struktur, SR. **12**. 255).

[3]) T. W. Stern, L. R. Stieff, M. N. Girhard & R. Meyrowitz, Am. Min. **41**. 1956. 187. — Vgl. J. W.-Frondel, 1949 in Dana **2**. 1951. 1045.

[4]) G. Donnay & J. D. H. Donnay 1954, l. c. — US. Geol. Surv. TEI—507. 1955. — Vgl. A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009–B**. 1954. 37.

19.) Phosphuranylit-Reihe. Isomorphie*). Dewindtit ist vielleicht mit Renardit identisch**).

Phosphuranylit $Ca[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$
Rhombisch Bmmb (Bmb2)
$a_0 = 15{,}85$ $b_0 = 17{,}42$ $c_0 = 13{,}76$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}910 : 1 : 0{,}790$ $Z = 6$

„Barium-Phosphuranylit“ (synthetisch) $Ba[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$
Rhombisch Bmmb
$a_0 = 16{,}2$ $b_0 = 17{,}7$ $c_0 = 13{,}9$[1a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}915 : 1 : 0{,}785$

Renardit $Pb[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$
Rhombisch Bmmb
$a_0 = 16{,}01$ $b_0 = 17{,}5$ $c_0 = 13{,}7$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}915 : 1 : 0{,}783$ $Z = 6$

Dewindtit $Pb[(UO_2)_4|(OH)_4|(PO_4)_2]\cdot 8H_2O$ (?)
$a_0 = 16{,}00$ $b_0 = 17{,}62$ $c_0 = 13{,}66$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}908 : 1 : 0{,}775$ $Z = 6$

Anhang:

Parsonsit $Pb_2[UO_2|(PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ Monoklin
$a_0 = —$ $b_0 = —$ $c_0 = 6{,}8$[4])

Dumontit $Pb_3[(OH)_2|UO_2|PO_4]_2\cdot 3H_2O$ Rhombisch
$a_0 = 8{,}57$ $b_0 = 11{,}01$ $c_0 = 6{,}93$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}778 : 1 : 0{,}629$ $Z = 1$

Vielleicht gehört auch **Ferghanit** hierher, etwa $LiH[(UO_2)_4|(OH)_4|(VO_4)_2]\cdot 2H_2O$ und rhombisch. — **Lermontovit,** angeblich $(U, Ca\ldots)_3[PO_4]_4\cdot 6H_2O$, in nierig-traubigen grünen Aggregaten, ist nicht näher bekannt[6]).

*) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 756.
) C. Bignand, J. Goni & C. Guillemin, Bull. Soc. Franç. Min. **77. 1954. 48.
[1]) D. D. Hogarth & E. W. Nuffield, Am. Min. **39**. 1954. 444. (Formel nach Bignand u. Mitarb., l. c.)
[1a]) V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915.
[2]) C. Frondel & F. Cuttitta, Am. Min. **39**. 1954. 448.
[3]) D. D. Hogarth & E. W. Nuffield 1954, l. c. – C. Frondel & F. Cuttitta finden für Dewindtit $a_0 = 16{,}07$, $b_0 = 17{,}50$, $c_0 = 13{,}62$ (1954, l. c.).
[4]) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 245. – V. Ross, 1956. l. c. (Synthesen).
[5]) V. Ross, Am. Min. **41**. 1956. 915.
[6]) Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

E.) RO_4-Verbindungen, die vom Inseltetraedertypus abweichen(?)

Das in der eckigen Klammer stehende V ist fünfwertig, die Strukturen sind unbekannt und damit die Strukturformeln nicht bestätigt*).

Rossit $Ca[V_2O_6]\cdot 4H_2O$ Triklin

Metarossit $Ca[V_2O_6]\cdot 2H_2O$ Triklin C_i^1—P 1 (?)
$a_0 = 6{,}215$ $b_0 = 7{,}065$ $c_0 = 7{,}77$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}880 : 1 : 1{,}100$
$\alpha = 92°\,58'$ $\beta = 96°\,39'$ $\gamma = 105°\,47'$
$Z = 2$

Hewettit $CaH_2[V_6O_{17}]\cdot 8H_2O$ Rhombisch-dipyramidal (?)
$a : b : c = 0{,}65 : 1 : ?$

Metahewettit $CaH_2[V_6O_{17}]\cdot 2H_2O$ Monoklin P 2 (?)
$a_0 = 12{,}18$ $b_0 = 3{,}61$ $c_0 = 7{,}80$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}374 : 1 : 2{,}161$
$\beta = 95°15'$ $Z = 1$

Pascoit $Ca_3[V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^3—C 2/m
$a_0 = 16{,}89$ $b_0 = 10{,}20$ $c_0 = 10{,}91$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}656 : 1 : 1{,}070$
$\beta = 93°20'$ $Z = 2$

Hummerit[3]) $K_2Mg_2[V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$ Triklin-pinakoidal C_i^1—P 1
$a_0 = 10{,}81$ $b_0 = 11{,}01$ $c_0 = 8{,}85$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}982 : 1 : 0{,}804$
$\alpha = 106°04'$ $\beta = 107°49'$ $\gamma = 65°40'$
$Z = 1$

Rauvit $Ca[(UO_2)_2 | V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$[4]) Feinkristalline Krusten mit sehr unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften.

Uvanit $[(UO_2)_2 | V_6O_{17}] \cdot 15H_2O$ Rhombisch (?)

Melanovanadit $Ca_2V_{10}O_{25} \cdot 7H_2O$ Triklin, pseudomonoklin
$a_0 = 7{,}97$ $b_0 = 16{,}86$ $c_0 = 9{,}81$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}473 : 1 : 0{,}582$
$\alpha = 87°55'$ $\beta = 90°45'$ $\gamma = 92°30'$
$Z = 2$

Mit Hewettit ist wahrscheinlich Alait identisch[6]); ein Natrium-Hewettit soll die Formel $(Na, K)_2H_2[V_6O_{17}] \cdot 8H_2O$ besitzen und gleichfalls monoklin kristallisieren[7]).

*) A. D. Wadsley, Acta Cryst. **8**. 1955. 695.

[1]) W. H. Barnes & M. M. Qurashi, Am. Min. **37**. 1952. 407 (Vergleich von Metarossit, Metahewettit und V_2O_5; künstlich wurde tetragonales $Fe[O|(VO_4)_2]$ hergestellt).

[2]) H. T. Evans, M. E. Mrose & R. Marvin, Am. Min. **40**. 1955. 314.

[3]) A. D. Weeks, E. A. Cisney & A. M. Sherwood, Am. Min. **36**. 1951. 326.

[4]) Nach einer Analyse von A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009**-B. 1954.

[5]) W. H. Barnes & M. M. Qurashi 1952, l. c.

[6]) C. Frondel, priv. Mitt. 1956. – Vgl. S. 160.

[7]) A. D. Weeks & M. E. Thompson, U. S. Geol. Surv. Bull. **1009**-B. 1954. 57.

VIII.

Klasse der Silikate

Übersicht:

A.) Abteilung der Nesosilikate

1.) Phenakit-Reihe	$Be_2[SiO_4]$.
2.) Olivin-Reihe	$Mg_2[SiO_4]$.
3.) Monticellit-Reihe	$CaMg[SiO_4]$.
4.) Ca_2SiO_4-Gruppe	$Ca_2[SiO_4]$.
5.) Granat-Reihe	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$.
6.) Zirkon-Reihe	$Zr[SiO_4]$.
7.) Huttonit	$Th[SiO_4]$.
8.) Eulytin	$Bi_4[SiO_4]_3$.

Die Anordnung entspricht der zunehmenden Größe der Kationen-Radien.

A'.) Abteilung der Neso-Subsilikate

1.) Al_2SiO_5-Gruppe	$Al_2[O\|SiO_4]$.
2.) Topas-Staurolith-Gruppe	$Al_2[F_2\|SiO_4]$.
3.) Norbergit-Gruppe	$Mg_3[(OH, F)_2\|SiO_4]$.
4.) Braunit-Långbanit-Gruppe	$Mn^{\cdot\cdot}_4Mn^{\cdot\cdot\cdot\cdot}_3[O_8\|SiO_4]$.
5.) Datolith-Gruppe	$CaB[OH\|SiO_4]$.
6.) Spurrit-Afwillit-Gruppe	$Ca_5[CO_3\|(SiO_4)_2]$.
7.) Titanit-Murmanit-Gruppe	$CaTi[O\|SiO_4]$.
8.) Wöhlerit-Låvenit-Gruppe	$Ca_2NaZr[F\|(SiO_4)_2]$.
9.) Rinkit-Gruppe	$Na(Ca, Ce)_2(Ti, Ce)[F\|(SiO_4)_2]$.
10.) Beckelith-Lessingit-Gruppe	$Ca_3(Ce, La, Nd)_4[O\|SiO_4]_3$.
11.) Melanotekit-Reihe	$Pb_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[O\|SiO_4]_3$.
Mit Bor:	
12.) Dumortierit-Grandidierit-Gruppe	$(Al, Fe)_7[O_3\|BO_3\|(SiO_4)_3]$.
Mit UO_2:	
13.) Uranophan-Gruppe	$Mg[UO_2\|SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$.
14.) Soddyit-Kasolit-Gruppe	$[(UO_2)_2\|SiO_4] \cdot 2H_2O$.

Die Reihenfolge entspricht erstens der zunehmenden Größe der Kationen-Radien, zweitens der relativen Menge der zusätzlichen Anionen.

B.) Abteilung der Sorosilikate

1.) Thortveitit-Reihe	$Sc_2[Si_2O_7]$.
2.) Rankinit-Barysilit-Gruppe	$Ca_3[Si_2O_7]$.
3.) Melilith-Reihe	$(Ca, Na)_2(Al, Mg)[(Si, Al)_2O_7]$.
4.) Aminoffit-Melinophan-Gruppe	$Ca_2(Be, Al)[Si(Si, Al)O_7]\cdot H_2O$.
5.) Astrophyllit-Reihe	$(K_2, Na_2, Ca)(Fe, Mn)_4(Ti, Zr)[OH\|Si_2O_7]_2$.
6.) Harstigit-Cuspidin-Gruppe	$(Ca, Mn, Mg)_8Al_2[(OH)_4\|(Si_2O_7)_3]$.
7.) Nasonit-Gruppe	$Pb_6Ca_4[Cl_2\|(Si_2O_7)_3]$.
8.) Hemimorphit-Klinoedrit-Gruppe	$Zn_4[(OH)_2\|Si_2O_7]\cdot H_2O$.
9.) Lawsonit-Ilvait-Gruppe	$CaAl_2[(OH)_2\|Si_2O_7]\cdot H_2O$.
10a) Epidot-Reihe	$Ca_2(Al, Fe^{\cdots})Al_2[O\|OH\|SiO_4\|Si_2O_7]$;
b) Zoisit-Reihe	$Ca_2Al_3[O\|OH\|SiO_4\|Si_2O_7]$.
11.) Vesuvian-Zunyit-Gruppe	$Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[(OH)_4\|(SiO_4)_5\|(Si_2O_7)_2]$.
12.) Gruppe der unklassifizierten Sorosilikate.	

C.) Abteilung der Cyclosilikate (Ringstrukturen)

Mit Ringen Si_3O_9

1.) Benitoit-Gruppe	$BaTi[Si_3O_9]$.
2.) Katapleit-Gruppe	$Na_2Zr[Si_3O_9]\cdot H_2O$.
3.) Cappelenit-Gruppe	$(Ba,...)_3\,(Y,...)_6[(BO_3)_6\|Si_3O_9]$.

Mit Ringen Si_4O_{12}

4.) Neptunit-Axinit-Gruppe	$Na_2FeTi[Si_4O_{12}]$.

Mit Ringen Si_6O_{18}

5.) Beryll-Gruppe	$Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$.
6.) Turmalin-Reihe	$NaMg_3Al_6[(OH)_{1+3}\|(BO_3)_3\|Si_6O_{18}]$.
7.) Dioptas-Gruppe	$Cu_6[Si_6O_{18}]\cdot 6H_2O$.

Mit Doppelringen $Si_{12}O_{30}$

8.) Milarit-Gruppe	$KCa_2AlBe_2[Si_{12}O_{30}]\cdot {}^1/_2 H_2O$.

D.) Abteilung der Inosilikate

1a) Klinoenstatit-Reihe	$Mg_2[Si_2O_6]$;
b) Diopsid-Reihe	$CaMg[Si_2O_6]$;
c) Spodumen-Reihe	$LiAl[Si_2O_6]$;
d) Augit-Reihe	...
2.) Enstatit-Reihe	$Mg_2[Si_2O_6]$.
3a) Cummingtonit-Reihe	$(Fe, Mg)_7[OH\,\|\,Si_4O_{11}]_2$;
b) Tremolit-Reihe	$Ca_2(Mg, Fe)_5[OH\,\|\,Si_4O_{11}]_2$;
c) Riebeckit-Reihe	...
d) Glaukophan-Reihe	...

e) Reihe der basaltischen Hornblenden	. . .
f) Reihe der gemeinen Hornblenden	. . .
4.) Anthophyllit-Reihe	$(Mg, Fe)_7[OH \mid Si_4O_{11}]_2$.
5.) Aenigmatit-Gruppe	. . .
6.) Rhodonit-Gruppe	$(Mn, Fe, Ca)[SiO_3]$.
7.) Wollastonit-Parawollastonit-Gruppe	$CaSiO_3$.
8.) Tobermorit-Reihe	$Ca_5H_2[Si_3O_9]\cdot 4H_2O$.
9.) Karpholith-Ramsayit-Gruppe	$MnAl_2[(OH)_4 \mid Si_2O_6]$.

E.) Abteilung der Phyllosilikate

1.) Euklas-Eudidymit-Gruppe	$Al[BeSiO_4OH]$.
2.) Gillespit-Apophyllit-Gruppe	$BaFe[Si_4O_{10}]$.
3.) Pyrophyllit-Talk-Gruppe	$Al_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$.
4.) Glimmer-Gruppe	$KAl_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$.
5.) Gruppe der Hydroglimmer	$(K, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$.
6.) Montmorillonit-Vermiculit-Gruppe	$\left\{\begin{array}{l}(Al_{1,67}Mg_{0,33})[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4\end{array}\right\}$.
7.) Chlorit-Gruppe	$\left\{\begin{array}{l}Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{array}\right\}$.
8.) Chloritoid-Gruppe	$(Fe, Mg)_2Al_4[(OH)_4 \mid O_2(SiO_4)]$.
9.) Kaolinit . . .-Gruppe	$Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$.
10.) Halloysit-Reihe	$\left\{\begin{array}{l}Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_2\end{array}\right\}$.
11.) Pyrosmalith-Reihe	$(Mn, Fe)_{14}[(OH, Cl)_{14} \mid Si_{14}O_{35}]$.
12.) Palygorskit . . .-Gruppe	$Mg_{2,5}[OH \mid (H_2O)_2 \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$.
13.) Truscottit . . .-Gruppe	$Ca_2[Si_4O_{10}]\cdot H_2O$.

F.) Abteilung der Tektosilikate

1.) Nephelin . . .-Gruppe	$Na[AlSiO_4]$.
2.) Analcim-Gruppe	$Na[AlSi_2O_6]\cdot H_2O$.
3a) Kalknatronfeldspate	$Ca[Al_2Si_2O_8] - Na[AlSi_3O_8]$;
b) Kalifeldspate	$K[AlSi_3O_8]$;
c) Bariumfeldspate	$Ba[Al_2Si_2O_8]$.
4.) Davyn-Reihe	$(Na, K)_6Ca_2[(SO_4)_2 \mid (AlSiO_4)_6]$.
5.) Sodalith-Reihe	$Na_8[Cl_2 \mid (AlSiO_4)_6]$.
6.) Helvin-Reihe	$(Mn, Fe, Zn)_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$.
7.) Skapolith-Reihe	
8.) Natrolith . . .-Gruppe	$Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 2H_2O$.
9.) Laumontit . . .-Gruppe	$Ca[AlSi_2O_6]_2\cdot 4H_2O$.
10.) Heulandit . . .-Gruppe	$Ca[Al_2Si_6O_{16}]\cdot 5H_2O$.
11.) Phillipsit-Reihe	$(Ca, K_2)_{2-3}[Al_5(Al, Si)Si_9O_{30}]\cdot 10H_2O$.
12.) Gmelinit-Gruppe	$(Na_2, Ca)[Al_2Si_4O_{12}]\cdot 6H_2O$.
13.) Faujasit	$Na_2Ca[Al_2Si_4O_{12}]_2\cdot 16H_2O$.

A.) Abteilung der Nesosilikate (Inselstrukturen)

1.) Phenakit-Reihe. Trigonal-rhomboedrisch, C_{3i}^2—R3. Isotypie. Zum gleichen Typus gehören $Li_2[BeF_4]$, $Li_2[MoO_4]$, $Li_2[WO_4]$ und Ge_3N_4.

Phenakit	$Be_2[SiO_4]$	$a_0 = 12{,}45$ $c_0 = 8{,}23$ $c_0/a_0 = 0{,}662$ $Z = 18$ $a_{rh} = 7{,}70$ $\alpha = 108°01'$ $Z = 6$[1])
Willemit	$Zn_2[SiO_4]$	$a_0 = 13{,}96$ $c_0 = 9{,}34$ $c_0/a_0 = 0{,}669$ $Z = 18$ $a_{rh} = 8{,}64$ $\alpha = 107°46'$ $Z = 6$[1])
Eukryptit	α-$LiAl[SiO_4]$	$a_0 = 13{,}53$ $c_0 = 9{,}04$ $c_0/a_0 = 0{,}668$ $Z = 18$ $a_{rh} = 8{,}37$ $\alpha = 107°52'$ $Z = 6$[2])

Troostit ist eine Varietät von Willemit, in welcher ca. $^1/_5$ des Zn atomar durch Mn ersetzt ist, $a_0 = 14{,}24$, $c_0 = 9{,}64$[1a]); das reine $Mn_2[SiO_4]$ hat Olivinstruktur.

Eukryptit ist die bis 972°C beständige Tieftemperaturmodifikation, in welcher Li und Al auf beide Punktlagen des Be wohl entweder geordnet oder statistisch verteilt sein können. Die oberhalb 972°C beständige Hochtemperaturmodifikation β-$Li[AlSiO_4]$ besitzt Tektosilikatstruktur und ist als Mineral bisher nicht bekannt.

---

[1]) W. L. Bragg & W. H. Zachariasen, Z. Krist. **72**. 1930. 518 (Struktur, SB. **1**. 356; **2**. 517).

[1a]) C. Gottfried, N. Jb. Min. **55**A. 1927. 393.

[2]) R. Roy, D. M. Roy & E. F. Osborn, Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 152 (Dimorphie des $LiAl[SiO_4]$); – H. G. F. Winkler, Acta Cryst. **6**. 1953. 99 und Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1954. 233 (Struktur). – Nach M. E. Mrose ist die Raumgruppe von synthetischem α-Eukryptit D_{3d}^5 – R$\bar{3}$m. Am. Min. **38**. 1953. 353.

2.) Olivin-Reihe. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{16} — Pmcn. Umfassend Forsterit-Fayalit-Tephroit und deren Mischkristalle. Isomorphie.

Zum gleichen Typus gehören Chrysoberyll $Al_2[BeO]_4$, Triphylin $LiFe[PO_4]$, α-$Na_2[BeF_4]$ und vielleicht Sinhalit $MgAl[BO_4]$, gleiche Struktur besitzen auch die synthetischen Verbindungen $Co_2[SiO_4]$[4]), $Ni_2[SiO_4]$ und die Tieftemperatur-Modifikation α-$Ca_2[SiO_4]$; im Monticellit sind Ca und Mg auf die beiden Punktlagen des Mg nicht statistisch, sondern geordnet verteilt.

Die kristallographische Orientierung erfolgte analog den Mineralien der Norbergit- und Hodgkinsonit-Gruppe[1a]).

Forsterit	$Mg_2[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}00$ $b_0 = 4{,}78$ $c_0 = 10{,}28$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}255 : 1 : 2{,}151$ $Z = 4$
Olivin	$(Mg, Fe)_2[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}01$ $b_0 = 4{,}78$ $c_0 = 10{,}30$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}257 : 1 : 2{,}155$ $Z = 4$
Hortonolith	$(Fe, Mg)_2[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}07$ $b_0 = 4{,}79$ $c_0 = 10{,}34$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}268 : 1 : 2{,}159$ $Z = 4$

Fayalit	$Fe_2[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}17 \quad b_0 = 4{,}81 \quad c_0 = 10{,}61$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}283 : 1 : 2{,}206 \quad Z = 4$
Eisenknebelit	$(Fe,Mn)_2[SiO_4]$	$a_0 = — \quad b_0 = — \quad c_0 = —$
		$a_0 : b_0 : c_0 = —$
Knebelit	$(Mn,Fe)_2[SiO_4]$	$a_0 = — \quad b_0 = — \quad c_0 = —$
		$a : b : c = ? : 1 : 2{,}141$
Tephroit	$Mn_2[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}23 \quad b_0 = 4{,}87 \quad c_0 = 10{,}64$[3])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}279 : 1 : 2{,}185 \quad Z = 4$

Varietäten: Im **Talasskit,** mit 12 Gew.-% Fe_2O_3, sind wahrscheinlich 2 $Fe^{\cdots}$ z. T. für 3 $Fe^{\cdot\cdot}$ vorhanden; im **Titanolivin** vielleicht 1 Ti für 2 Mg (als „Titanolivin" wurden meist irrtümlich Titanklinohumite bezeichnet). **Chrysolith** nennt man Olivin von Edelsteinqualität, **Peridot** gelegentlich den gesteinsbildenden Olivin. **Roepperit** ist ein Zn- und Mg-haltiger Eisenknebelit $(Fe,Mn,Zn,Mg)_2[SiO_4]$.

[1]) F. Rinne, Z. Krist. **59**. 1924. 230; F. Rinne, J. Leonhardt & H. Hentschel, Z. Krist. **59**. 1924. 548 (Gitterkonstanten). – W. L. Bragg & G. B. Brown, Z. Krist. **63**. 1926. 538 (Struktur, SB. **1**. 352).

[1a]) Min. Tab. 1941/49. – Th. G. Sahama, Ann. Acad. Fennicae A III. 1953. 1.

[2]) H. Winchell, Am. Cryst. Ass. Abst. 1950.

[3]) H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273.

[4]) P. Gallitelli & M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 352.

3.) Monticellit-Reihe. Symmetrie und Struktur analog Olivin; Ca und Mg sind jedoch auf gittergeometrisch verschiedene Punktlagen geordnet verteilt; Diadochie (Mg, Fe, Mn), die großen Kationen Ca und Pb können offenbar leichter durch Mg, Fe, Mn vertreten werden als umgekehrt. Zum gleichen Strukturtypus gehört synthetisches $NaLi[BeF_4]$[5]).

Monticellit	$CaMg[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}38 \quad b_0 = 4{,}83 \quad c_0 = 11{,}10$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}321 : 1 : 2{,}298 \quad Z = 4$
Glaukochroit	$CaMn[SiO_4]$	$a_0 = 6{,}50 \quad b_0 = 4{,}92 \quad c_0 = 11{,}14$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}321 : 1 : 2{,}264 \quad Z = 4$
Larsenit	$PbZn[SiO_4]$	$a_0 = — \quad b_0 = — \quad c_0 = —$
		$a : b : c = 1{,}2270 : 1 : 2{,}3047$[3])

Calcium-Larsenit ist eine Varietät mit Ca z. T. für Pb. Als Schlackenprodukt kennt man $CaFe[SiO_4]$, $a : b : c = 1{,}3243 : 1 : 2{,}2904$, als Kunstprodukt $CaCo[SiO_4]$, $a_0 = 6{,}39$, $b_0 = 4{,}81$, $c_0 = 11{,}06$[4]). **Merwinit,** $Ca_3Mg[SiO_4]_2$, kristallisiert monoklin; **Chapmanit,** $Fe^{\cdot\cdot}_5Sb_2[SiO_4]_5$, wahrscheinlich rhombisch. Mit Merwinit ist synthetisches $Na_3Li[BeF_4]_2$ isotyp[5]).

[1]) G. B. Brown & J. West, Z. Krist. **66**. 1927. 154 (Struktur, SB. **1**. 406).

[2]) H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **105**. 1944. 273. – J. H. O'Mara, Am. Min. **36**. 1951. 918.

[3]) Ch. Palache, L. H. Bauer & H. Berman, Am. Min. **13**. 1928. 337.

[4]) M. Cola, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 349.

[5]) W. Jahn, Z. anorg. Chem. **276**. 1954. 113; **277**. 1954. 274. – Nach T. Hahn kristallisiert $NaLi[BeF_4]$ im Phenakit-Typus (vgl. Gruppe 4, Fußnote 6).

4.) Ca_2SiO_4-Gruppe. Vier Modifikationen*; während die α-Modifikation von den drei weiteren Modifikationen wesentlich verschieden ist, geht offenbar γ' aus β durch eine Raumgitterverzwillingung hervor, γ aus γ' durch Übergang der pseudohexagonalen Symmetrie in hexagonale Symmetrie. Aufstellung analog Olivin und den Mineralien der Norbergit-Gruppe.

		„Silicoglaserit" δ-Ca_2SiO_4	
Pseudowollastonit β-$CaSiO_3$		Bredigit δ'-Ca_2SiO_4	
Parawollastonit β'-$CaSiO_3$		Larnit β-Ca_2SiO_4	
Wollastonit α-$CaSiO_3$	Rankinit $Ca_3[Si_2O_7]$	„Calcio-Olivin" α-Ca_2SiO_4	„Alit" $Ca_3[OlSiO_4]$

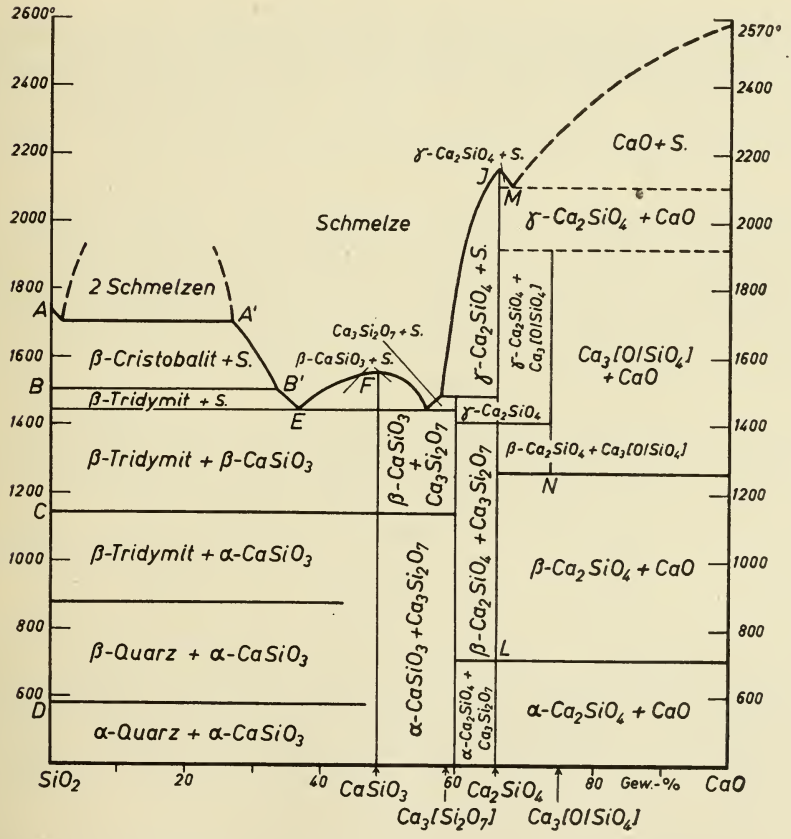


Fig. 68. Phasendiagramm des binären Systems SiO_2 – CaO (Rankin 1911/15, Greig 1927, Eitel 1954; in abgeänderter Bezeichnungsweise)

„Calcio-Olivin" (synthetisch, bisher γ)	α-$Ca_2[SiO_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}-Pmcn $a_0 = 6{,}79$ $b_0 = 5{,}07$ $c_0 = 11{,}30$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}339 : 1 : 2{,}229$ $Z = 4$
Larnit	β-$Ca_2[SiO_4]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$ $a_0 = 5{,}48$ $b_0 = 6{,}76$ $c_0 = 9{,}28$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}811 : 1 : 1{,}373$ $\beta = 94°33'$ $Z = 4$
Bredigit (bisher α')	γ'-$Ca_2[SiO_4]$	Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{12}-Pmnn $a_0 = 10{,}93$ $b_0 = 6{,}75$ $c_0 = 18{,}41$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}619 : 1 : 2{,}727$ $Z = 16$
„Silico-Glaserit" (synthetisch, bisher α)	γ-$Ca_2[SiO_4]$	Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^3 - P\bar{3}m1$ $a_0 = 5{,}46$ $c_0 = 6{,}76$ $b_0 = 9{,}21$[3,4]) $c_0/a_0 = 1{,}238$ $Z = 2$

Die bei Zimmertemperatur und bis 675° C beständige Tieftemperaturmodifikation α-$Ca_2[SiO_4]$ besitzt Olivinstruktur[1]) und ist als Mineral bisher unbekannt. „Silicocarnotit" (der Name ist völlig irreführend), $Ca_5[SiO_4 \mid (PO_4)_2]$, in Schlacken vorkommend, kristallisiert rhombisch mit $a_0 = 6{,}7$, $b_0 = 15{,}4$, $c_0 = 10{,}1$, $Z = 4$[1a]); er dürfte eine dem Olivin homöotype Struktur besitzen.

Larnit kennt man als Mineral von Scawt Hill in Antrim County[2a]); in der Zementindustrie spielt er wegen seiner hydraulischen Eigenschaften eine herrschende Rolle. Er ist von 675—1420° C stabil, bei Zimmertemperatur metastabil. Es besteht strukturelle Verwandtschaft zu α-K_2SO_4[2]). „Nagelschmidtit", in Schlacken vorkommend, ist offenbar ein Mischkristall β-$Ca_2[SiO_4]$-$Ca_{1,5}[PO_4]$; er gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Larnit[2b]).

Bredigit, γ'-$Ca_2[SiO_4]$, gleichfalls als Mineral von Scawt Hill bekannt[3a]), synthetisch bei 750° C existierend, geht strukturell offenbar durch eine Raumgitter-Verzwillingung nach (100) bzw. (001) aus dem Larnit-Typus hervor[2]), der in der Tat häufig polysynthetische Verzwillingung nach diesen Flächen aufweist. Für „Bredigit" aus Schlacken von Spiegeleisen ist $a_0 = 10{,}91$, $b_0 = 6{,}76$, $c_0 = 18{,}41$; bei 750° C: $a_0 = 11{,}08$, $b_0 = 6{,}76$, $c_0 = 18{,}55$[3]).

Das oberhalb 1450° C beständige γ-$Ca_2[SiO_4]$ besitzt eine Struktur vom Glaserit-Typus, $K_3Na[SO_4]_2$. Beim Übergang der γ'- in die γ-Modifikation bleiben die Gitterdimensionen fast unverändert, jedoch wird die ausgeprägt pseudohexagonale Symmetrie tatsächlich hexagonal[2])[3]). Das synthetische $Ca_7[PO_4 \mid SiO_4]_2$, $a_0 = 5{,}39$, $c_0 = 7{,}11$[4a]), ist mit „Silico-Glaserit" offenbar gleichfalls isotyp.

Es besteht reversible Umwandlungsfähigkeit, z. B. geht aus der γ'- die strukturverwandte β-Modifikation, und zwar durch geringe Anregungsenergie, jedoch die strukturell sehr verschiedene α-Modifikation durch hohe Anregungsenergie hervor[5]).

Zwischen $Ca_2[SiO_4]$ und synthetischem $Na_2[BeF_4]$ besteht Isotypie in allen Modifikationen[6]).

---

*) M. A. Bredig, Journ. Phys. Chem. **46**. 1942. 747. Journ. Am. Ceram. Soc. **33**. 1950. 188. – G. Trömmel & H. Möller, Naturw. **36**. 1949. 88. Fortschr. Min. **28**. 1949. 80.

[1]) H. O'Daniel & L. Tscheischwili, Z. Krist. **104**. 1942. 124 (Struktur). – D. S. Belyankin & V. V. Lapin, Doklady Akad. Wiss. USSR **51**. 1946. 705.

[1a]) D. P. Riley & E. R. Segnit, Min. Mag. **28**. 1949. 496.

[2]) C. M. Midgley, Acta Cryst. **5**. 1952. 307. – [2a]) C. E. Tilley, Min. Mag. **22**. 1929. 77. – [2b]) E. R. Segnit, Min. Mag. **29**. 1950. 173. – [2c]) J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1955. 672.

[3]) A. M. B. Douglas, Min. Mag. **29**. 1952. 875. – [3a]) C. E. Tilley & H. C. G. Vincent, Min. Mag. **28**. 1948. 255. – [3b]) J. D. C. McConnell 1955, l. c.

[4]) Van Valkenburg & McMurdie, Journ. Res. Nat. Bur. Stand. **38**. 1947. 415. $a_0 = 5{,}47$, $c_0 = 7{,}18$. – [4a]) M. A. Bredig, Am. Min. **28**. 1943. 594.

[5]) H. Saalfeld, N. Jb. Min. Mh. 1953. 82.

[6]) T. Hahn, N. Jb. Min. Abh. **86**. 1953. 1.

5.) Granat-Reihe. Kubisch-hex'oktaedrisch, O_h^{10}—Ia3d. Isotypie, auch mit Berzeliit $Ca_2NaMg_2[AsO_4]_3$, Kryolithionit $Na_3Al_2[LiF_4]_3$ und dem synthetischen $Y_3Al_2[AlO_4]_3$[6]).

a) Aluminium-Granate:

Pyrop	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}53$[1])	$Z = 8$	Mit $Fe^{\cdot\cdot}$ z. T. für Mg
Almandin	$Fe_3^{\cdot\cdot}Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}52$[1])	$Z = 8$	Mit Mn z. T. für $Fe^{\cdot\cdot}$
Spessartin	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}61$[1])	$Z = 8$	Mit $Fe^{\cdot\cdot}$ und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$
Grossular	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}85$[1])	$Z = 8$	Mit $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ z. T. für Al

b) Ferri-Granate:

Calderit	$Mn_3Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}82$[2])	$Z = 8$	Mit Ca z. T. für Mn
Andradit	$Ca_3Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$	$a_0 = 12{,}04$[1])	$Z = 8$	Mit Al z. T. für $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$

c) Chrom-Granate:

Hanléit[3])	$Mg_3Cr_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$	$a_0 =$ —		
Uwarowit	$Ca_3Cr_2^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_3$	$a_0 = 11{,}97$[1])	$Z = 8$	Mit Al z. T. für $Cr^{\cdot\cdot}$

Varietäten: **Hessonit,** ein Fe-Grossular ($a_0 = 11{,}91$)[1]); **Aplom,** ein Al-Andradit; **Grandit** soll in der Mitte zwischen Grossular und Andradit stehen; **Topazolith** und **Demantoid** sind grünlichgelbe Varietäten von Andradit; **Melanit** ist dunkler, Ti-haltiger Andradit, wohl mit NaTi für $CaFe^{\cdot\cdot\cdot}$ ($a_0 = 12{,}05$–$12{,}16$)[4]. **Hibschit** (Plazolith, Hydrogrossular) ist $Ca_3Al_2[(Si, H_4)O_4]_3$, $a_0 = 12{,}02$–$12{,}16$, in welchem etwa $^1/_3$ der $[SiO_4]$-Tetraeder durch $[OH]_4$ ersetzt sind[5]). **Yttrium-Granat** enthält Y zum Teil für Ca, vielleicht in gekoppelter Vertretung CaSi—YAl. — Synthetische Granate: Pyrop ($a_0 = 11{,}459$), Almandin ($a_0 = 11{,}526$), Spessartin

($a_0 = 11{,}621$), Grossular ($a_0 = 11{,}851$), Andradit ($a_0 = 12{,}048$)[7]; Grossular ($a_0 = 11{,}85$), Andradit ($a_0 = 12{,}04$), Melanit ($a_0 = 12{,}09$)[8].

[1]) G. Menzer, Z. Krist. **63**. 1926. 157; **69**. 1928. 300 (Struktur, SB. **1**. 363.)
[2]) F. H. S. Vermaas, Min. Mag. **29**. 1952. 946.
[3]) L. L. Fermor. Geol. Mag. Hertford **89**. 1952. 145.
[4]) O. Zedlitz, Zbl. Min. 1933. 225; 1935. 68.
[5]) A. Pabst, Am. Min. **22**. 1937. 861. – D. S. Belyankin & V. P. Petrow, Am. Min. **26**. 1941. 450. – C. O. Hutton, Trans. Proc. Roy. Soc. New Zeeland **73**. 1943. 714. – Vgl. M. Fleischer, Am. Min. **29**. 1944. 247.
[6]) H. S. Yoder & M. L. Keith, Am. Min. **36**. 1951. 519. – H. W. Jaffe, Am. Min. **36**. 1951. 133.
[7]) B. J. Skinner, Am. Min. **41**. 1956. 428.
[8]) Chr. Michel-Lévy, Bull. Soc. Franç. Min. **79**. 1956. 124.

Zr-, Ti-, Nb-, Bi-Silikate

6.) Zirkon-Reihe. Isomorphie. Ditetragonal-dipyramidal, D_{4h}^{19}—$I4_1/amd$. Unbegrenzte Diadochie (Zr, Th); U vermag im Uranothorit nur bis zu etwa 50 At.-% Th zu ersetzen; reines U[SiO_4] herzustellen, ist bisher nicht gelungen; infolge Hydratation kann ein Teilersatz von SiO_4 durch $(OH)_4$ erfolgen.

Zirkon	Zr[SiO_4]	$a_0 = 6{,}59$ $c_0 = 5{,}94$[1]) $c_0/a_0 = 0{,}901$ $Z = 4$
Thorit	Th[SiO_4]	$a_0 = 7{,}03$ $c_0 = 6{,}25$[2]) $c_0/a_0 = 0{,}889$ $Z = 4$
Uranothorit	(Th, U)[SiO_4]	$a_0 = 7{,}12$ $c_0 = 6{,}32$[3]) $c_0/a_0 = 0{,}888$ $Z = 4$
Thorogummit	(Th, U)[(Si, H_4)O_4]	$a_0 = 7{,}07$—$7{,}08$ $c_0 = 6{,}26$—$6{,}28$[4]) $c_0/a_0 = 0{,}886$—$0{,}887$ $Z = 4$
Coffinit	U[(Si, H_4)O_4]	$a_0 = 6{,}94$ $c_0 = 6{,}31$[5]) $c_0/a_0 = 0{,}909$ $Z = 4$

Varietäten: **Hyacinth** ist ein intensiv rotbrauner, **Jargon** ein blaßstrohgelber Zirkon, beide von Edelsteinqualität. Viele Zirkone enthalten mehrere Prozent Hafnium und Thorium an Stelle von Zirkonium. Durch den radioaktiven Zerfall des Thoriums sind solche Zirkone häufig isotropisiert und undurchsichtig geworden **(Malakon)**; Thorit und Uranothorit sind fast stets isotropisiert, während die orangefarbene Varietät **Orangit** noch einigermaßen kristallin und durchsichtig bis durchscheinend ist. **Wisaksonit** (Druif 1948) ist metamikter Uranothorit[6]). **Naegit** ist ein Zirkon mit Y, Nb, Ta, Th und U.

Zirkon und Thorit sind mit Xenotim Y[PO_4] isotyp. Mischkristalle sind: **Oyamalith,** (Zr, . . .) [(Si, P)O_4], mit ca. 18% seltenen Erden, und **Auerlith,** (Th, . . .) [(Si, P)O_4], deren Phosphatkomponenten bis zu ca. 15% molekular ausmachen; identisch damit sind wahrscheinlich **Yamagutilith** (4% P_2O_5) und

Nogizawalith[7]). **Alvit** ist eine Varietät von Zirkon mit Hafniumoxyd bis 6%, Thorium und seltenen Erden; angebliche (Nb, Ta)-Gehalte haben sich nicht bestätigt und wurden früher sicherlich durch auftretende Phosphatniederschläge nur vorgetäuscht (Prandtl, Mayer, Büttner 1937).

[1]) L. Vegard, Norske Vid. Akad. Skr. **11**. 1925 (Struktur, SB. **1**. 345.). – H. D. Holland & D. Gottfried, Acta Cryst. **8**. 1955. 291 (Verhalten gegenüber Korpuskularstrahlen).
[2]) S. Bonatti & P. Gallitelli, Mem. Soc. Toscana Sci., Nat. Ser. **57**. 1950.
[3]) A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 557.
[4]) C. Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007. – Vgl. K. Henmi, Journ. Geol. Soc. Japan. **57**. 1951. 345.
[5]) A. D. Weeks & M. E. Thompson, Am. Min. **39**. 1954. 1037. – L. R. Stieff, T. W. Stern & A. M. Sherwood, Science **121**. 1955. 608; Am. Min. **41**. 1956. 675.
[6]) C. O. Hutton, Am. Min. **39**. 1954. 825.
[7]) T. Kawai, Journ. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sect. **70**. 1949. 268.

7.) Huttonit. $Th[SiO_4]$ ist dimorph: Thorit und Huttonit; ersterer kristallisiert im Zirkontypus, letzterer im Monazittypus[1]).

Huttonit $Th[SiO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/n$
$a_0 = 6{,}80 \quad b_0 = 6{,}96 \quad c_0 = 6{,}54$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}977 : 1 : 0{,}940 \quad \beta = 104°55' \quad Z = 4$

[1]) A. Pabst, Am. Min. **36**. 1951. 60.

8.) Eulytin.

Eulytin $Bi_4[SiO_4]_3$ Kubisch-hex'tetraedrisch $T_d^6 - I\,43d$
$a_0 = 10{,}29 \quad Z = 4$[1])

Mit Eulytin ist **Agricolit** identisch[2]).

[1]) G. Menzer, Z. Krist. **78**. 1931. 136 (Struktur, SB. **2**. 122).
[2]) Breithaupt 1827. – Vgl. G. Menzer in H. Strunz, Min. Tab. 1941. 223. – C. Frondel, Am. Min. **28**. 1943. 536. – G. Menzer, Z. Krist. **106**. 1945. 34.

A'.) Abteilung der Neso-Subsilikate

1.) Al_2SiO_5-Gruppe. Polymorphie; in allen 3 Strukturen ist 1 Al pro Formeleinheit oktaedrisch von 6 O umgeben, das andere Al besitzt im Sillimanit die Koordinationszahl 4, im Andalusit 5 und im Cyanit 6. Sillimanit enthält Tetraederketten $[AlSiO_5]$ und kann auch zu den Inosilikaten gestellt werden. — Andalusit ist isotyp mit Libethenit-Adamin.

Sillimanit $Al^{[6]}Al^{[4]}[O \mid SiO_4]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$
$a_0 = 7{,}44 \quad b_0 = 7{,}60 \quad c_0 = 5{,}75$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}979 : 1 : 0{,}757 \quad Z = 4$

Andalusit $Al^{[6]}Al^{[5]}[O \mid SiO_4]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{12} - Pnnm$
$a_0 = 7{,}78 \quad b_0 = 7{,}92 \quad c_0 = 5{,}57$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}982 : 1 : 0{,}703 \quad Z = 4$

Cyanit (Disthen) $Al^{[6]}Al^{[6]}[O \mid SiO_4]$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$
$a_0 = 7{,}10 \quad b_0 = 7{,}74 \quad c_0 = 5{,}57$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}917 : 1 : 0{,}720$
$\alpha = 90°05^1/_2' \quad \beta = 101°02'$
$\gamma = 105°44^1/_2' \quad Z = 4$

Anhang:

Mullit $Al_4^{[6]}Al_4^{[4]}[O_3(O_{0,5}, OH, F) \mid Si_3AlO_{16}]$
Rhombisch
$a_0 = 7{,}50 \quad b_0 = 7{,}65 \quad c_0 = 5{,}75$[1]) $Z = 1$
Homöotyp mit Sillimanit

Varietäten: **Chiastolith,** ein Andalusit mit dunkel pigmentiertem Kern; **Mangan-Andalusit,** rot, enthält Mn_2O_3; **Viridin,** grün, enthält Mn_2O_3 und Fe_2O_3 ($a_0 = 7{,}808$, $b_0 = 5{,}920$, $c_0 = 5{,}567$)[2a]).

---

[1]) W. H. Taylor, Z. Krist. **68**. 1928. 503 (Struktur, SB. **2**. 112).
[2]) W. H. Taylor, Z. Krist. **71**. 1929. 205 (Struktur, SB. **2**. 110). — [2a]) O. H. Ödman, Sverig. Geol. Unders. Årsbok, **44**. 1950. 1 (SR. **13**. 369).
[3]) St. Náray-Szabó, W. H. Taylor & W. W. Jackson, Z. Krist. **71**. 1929. 117 (Struktur, SB. **2**. 109.).

2.) Topas-Staurolith-Sapphirin-Gruppe. Heterotypie.

Topas $Al_2[F_2 \mid SiO_4]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pbnm$
$a_0 = 4{,}65 \quad b_0 = 8{,}80 \quad c_0 = 8{,}40$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}528 : 1 : 0{,}955 \quad Z = 4$

Staurolith $Al_4Fe''[O \mid OH \mid SiO_4]_2$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{17} - Ccmm$
$a_0 = 7{,}83 \quad b_0 = 16{,}62 \quad c_0 = 5{,}65$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}471 : 1 : 0{,}340 \quad Z = 4$

Sapphirin $Mg_2Al_4[O_6 \mid SiO_4]$ Monoklin
$a_0 = 9{,}72 \quad b_0 = 14{,}58 \quad c_0 = 10{,}07$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}667 : 1 : 0{,}691$
$\beta = 100°13' \quad Z = 8$

Kornerupin (Prismatin) $(Mg, Fe, Al)_4(Al, B)_6[(O, OH)_{5-6} \mid (SiO_4)_4]$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}
$a_0 = 13{,}68 \quad b_0 = 15{,}95 \quad c_0 = 6{,}68$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}858 : 1 : 0{,}419$
$Z = 4$

Painit $5Al_2O_3 \cdot Ca_2[(Si, BH)O_4]$ Hexagonal $P6_322 (P6_3/m, P6_3)$
$a_0 = 8{,}75 \quad c_0 = 8{,}50$
$c_0/a_0 = 0{,}971 \quad Z = 2$[5])

Lusakit ist eine Co-haltige Varietät von Staurolith ($a_0 = 7{,}88$, $b_0 = 16{,}65$, $c_0 = 5{,}66$). Im Sapphirin kann sowohl nach den bekannten Analysen als auch nach den Synthesen von Keith und Schairer[3a]) offenbar ca. $^1/_8$ des $[SiO_4]$ durch $[AlO_4]$ ersetzt sein.

Wenig gut bekannt sind: **Kosmochlor** $Fe_2Al_3Cr_9[O_3 \mid (SiO_4)_9]$, **Fraipontit** $Zn_8Al_4[(OH)_8 \mid (SiO_4)_5] \cdot 7H_2O$, **Angaralith** $(Mg, Ca)_2(Al, Fe^{'''})_{10}[O_5 \mid (SiO_4)_6]$ und **Sursassit,** $(Mn..)_3Al_2[SiO_4]_3 \cdot 2H_2O$, monoklin, $b_0 = 3{,}2$[6]).

[1]) N. A. Alston & J. West, Z. Krist. **69**. 1928. 149 (Struktur, SB. **2**. 116).

[2]) St. Náray-Szabó, Z. Krist. **71**. 1929. 103 (Struktur, SB. **2**. 113).

[3]) B. Goßner & F. Mußgnug, N. Jb. Min. **58**. 1928. 213. – [3a]) M. L. Keith & J. F. Schairer, Journ. Geol. **60**. 1952. 181.

[4]) M. H. Hey, B. W. Anderson, C. J. Payne, Min. Mag. **26**. 1941. 119. – J. P. Girault, Am. Min. **37**. 1952. 531. – B. Goßner & F. Mußgnug (1928) fanden für „Prismatin" von Waldheim etwas größere Gitterkonstanten. Die Formel ist nach Hey und Mitarbeitern $(Al, Fe^{'''})_{20}(Mg, Fe^{''})_{20}(Si, B, Al)_{18}O_{86}$ mit $Z = 1$.

[5]) G. F. Claringbull, M. H. Hey & C. J. Payne, Min. Soc., London 1956, Notice Nr. 95.

[6]) Th. Geiger, Beitr. Geol. Schweiz, **27**. 1948. 89.

3.) Norbergit-Gruppe. Homöotypie. Enge Verwandtschaft zu Olivin.

Norbergit $Mg_3[(OH, F)_2 \mid SiO_4]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pmcn
$a_0 = 8{,}74$ $b_0 = 4{,}71$ $c_0 = 10{,}22$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}856 : 1 : 2{,}170$ $Z = 4$

Chondrodit $Mg_5[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_2]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$
$a_0 = 7{,}89$ $b_0 = 4{,}74$ $c_0 = 10{,}29$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}665 : 1 : 2{,}171$ $\beta = 109°02'$
$Z = 2$

Humit $Mg_7[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_3]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16} — Pmcn
$a_0 = 20{,}90$ $b_0 = 4{,}75$ $c_0 = 10{,}25$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 4{,}400 : 1 : 2{,}158$ $Z = 4$

Klinohumit $Mg_9[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_4]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P2_1/c$
$a_0 = 13{,}71$ $b_0 = 4{,}75$ $c_0 = 10{,}29$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}886 : 1 : 2{,}166$ $\beta = 100°50'$
$Z = 2$

Titanklinohumit ist eine Varietät mit 1 Ti z. T. für 2 Mg (Diadochie unter Bildung vakanter Gitterorte).

Hodgkinsonit, $MnZn_2[(OH)_2 \mid SiO_4]$, ist wohl isotyp mit Norbergit; **Alleghanyit,** $Mn_5[(OH)_2 \mid (SiO_4)_2]$, ist isotyp mit Chondrodit ($a_0 = 8{,}3$, $b_0 = 4{,}86$, $c_0 = 10{,}46$, $\beta = 109°08'$)[2]); **Leukophoenicit,** $Mn_7[(OH)_2 \mid (SiO_4)_3]$, wohl isotyp mit Humit.

[1]) W. H. Taylor & J. West, Proc. Roy. Soc. **117** A. 1928. 517; Z. Krist. **70**. 1929. 461 (Struktur, SB. **2**. 119). – Th. G. Sahama, Ann. Acad. Fennicae A III. 1953. 1 (Morphologie etc.). – A. v. Valkenburg, Am. Min. **40**. 1955. 339 (Synthese).

[2]) W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33.

4.) Braunit-Långbanit-Gruppe. Heterotypie. Braunit und Långbanit sind offenbar zwei Modifikationen der gleichen chemischen Verbindung; die Braunitstruktur ist verwandt mit Mn_2O_3 bzw. Bixbyit.

Braunit $Mn^{\cdot\cdot}Mn_6^{\cdot\cdot\cdot\cdot}[O_8 \mid SiO_4]$ Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^{10} - I\bar{4}c2$
$a_0 = 9{,}52$ $[110]_0 = 13{,}33$ $c_0 = 18{,}68$[1])
$c_0/a_0 = 1{,}962$ $Z = 8$

Långbanit $Mn^{\cdot\cdot}Mn_6^{\cdot\cdot\cdot\cdot}[O_8 \mid SiO_4]$ Dihexagonal-dipyramidal D_{6h}^1—P 6/mmm
$a_0 = 11{,}56$ $c_0 = 11{,}11$[2])
$c_0/a_0 = 0{,}961$ $Z = 6$

Dixenit $Mn_5As_2^{\cdot\cdot\cdot}[O_6 \mid SiO_4] \cdot H_2O$ Rhomboedrisch
$a_0 = 8{,}22$ $c_0 = 37{,}44$ $c_0/a_0 = 4{,}555$[3])
$a_{rh} = 13{,}36$ $\alpha = 35°48'$ $Z = 3$

Yeatmanit $(Mn, Zn)_{16}Sb_2[O_{13} \mid (SiO_4)_4]$
Triklin-pseudorhombisch
$a_0 = 9{,}05$ $b_0 = 11{,}58$ $c_0 = 5{,}53$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}782 : 1 : 0{,}478$
$\alpha = 103°49'$ $\beta = 101°45'$ $\gamma = 87°12'$ $Z = 1$

Katoptrit $Mn_{14}Sb_2(Al, Fe)_4[O_{21} \mid (SiO_4)_2]$
Monoklin
$a : b : c = 0{,}7922 : 1 : 0{,}4899$ $\beta = 101°03'$

Orientit, $Ca_4Mn_4^{\cdot\cdot\cdot}[SiO_4]_5 \cdot H_2O$, ist rhombisch; **Macgovernit** steht wahrscheinlich dem Dixenit nahe.

---

[1]) A. Byström & B. Mason, Ark. Kem. Min. Geol. **16** B. 1943. Nr. 15 (Struktur, SR. **9**. 251). — Vgl. G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. **9**. 1931. 14. — G. Switzer, Am. Min. **23**. 1938. 649.

[2]) O. Kraus & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1942. 12. – Vgl. Zbl. Min. 1942. 133.

[3]) K. Johansson, in F. E. Wickman, Geol. Fören. Förh. **72**. 1950. 64.

[4]) Ch. Palache, L. H. Bauer & H. Berman, Am. Min. **23**. 1938. 527.

5.) Datolith-Gruppe. Homöotypie. Nach Ito und Mori besitzt Datolith Tetraederschichten $[B_2Si_2O_8(OH)_2]$; er könnte deshalb auch zu den Phyllosilikaten gestellt werden. — Isotypie Datolith — Herderit $CaBe[F \mid PO_4]$.

Datolith $CaB^{[4]}[OH \mid SiO_4]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 9{,}66$ $b_0 = 7{,}64$ $c_0 = 4{,}83$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}264 : 1 : 0{,}632$ $\beta = 90°09'$
$Z = 4$

Homilit $Ca_2FeB_2[O \mid SiO_4]_2$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 9{,}67$ $b_0 = 7{,}57$ $c_0 = 4{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}277 : 1 : 0{,}626$ $\beta = 90°22'$

Gadolinit $Y_2FeBe_2[O \mid SiO_4]_2$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5 — $P\,2_1/a$
$a_0 = 9{,}89 \quad b_0 = 7{,}55 \quad c_0 = 4{,}66$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}310 : 1 : 0{,}617$
$\beta = 90°33^1/_2' \quad Z = 2$

Das im Homilit und Gadolinit gegenüber Datolith zusätzlich vorhandene Fe — bei gleichen metrischen Konstanten — weist auf eine Homöotypie unter Besetzung vakanter Gitterorte hin.

Bakerit ist offenbar ein Datolith, in welchem ca. $^1/_4$ der SiO_4-Tetraeder durch BO_3OH ersetzt sind[1a]).

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **70**. 1936. 171. – T. Ito & H. Mori, Acta Cryst. **6**. 1953. 24 (Struktur).
[1a]) Ch. Palache, H. Berman & C. Frondel, Dana **2**. 1951. 341, 348, 363. – H. Kramer & R. D. Allen, Am. Min. **41**. 1956. 689.
[2]) Ch. Tennyson 1956 (Homilit von Brevig, Norwegen).
[3]) E. Brandenberger (in R. L. Parker, F. de Quervain & E. B.) Schweiz. Min. Petr. Mitt. **20**. 1940. 11.

6.) Spurrit-Afwillit-Gruppe. Heterotypie. Die Struktur von Afwillit ist bekannt; sie geht offenbar durch eine Art Raumgitterverzwillingung aus Bultfonteinit hervor; bei der Entwässerung entstehen orientierte Einkristalle von α-$Ca_2[SiO_4]$[9a]).

a)

Synthetisch $Ca_2[OH \mid SiO_3OH]$ Rhombisch-disphenoidisch D_2^4—$P\,2_12_12_1$
$a_0 = 9{,}34 \quad b_0 = 9{,}22 \quad c_0 = 10{,}61 \quad Z = 8$[1])

„Alit" (Synthetisch) $Ca_3[O \mid SiO_4]$ Monoklin-domatisch C_s^3 — Cm
$a_0 = 33{,}08 \quad b_0 = 7{,}07 \quad c_0 = 18{,}56$[2])
$\beta = 94°10' \quad Z = 18$

Spurrit $Ca_5[CO_3 \mid (SiO_4)_2]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^5—$P\,2_1/a$
$a_0 = 10{,}46 \quad b_0 = 6{,}70 \quad c_0 = 14{,}28$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}561 : 1 : 2{,}131$
$\beta = 101° \pm 1° \quad Z = 4$

Thaumasit $Ca_3H_2[CO_3 \mid SO_4 \mid SiO_4] \cdot 13\,H_2O$
Hexagonal-pyramidal C_6^6—$C\,6_3$
$a_0 = 10{,}92 \quad c_0 = 10{,}31$[4])
$c_0/a_0 = 0{,}944 \quad Z = 2$

Latiumit $Ca_6(K, Na)_2Al_4[(O, CO_3, SO_4) \mid (SiO_4)_6]$ (?)
Monoklin
$a_0 = 12{,}12 \quad b_0 = 5{,}13 \quad c_0 = 10{,}80$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}363 : 1 : 2{,}105 \quad \beta = 108°$
$Z = 1$

Harkerit $Ca(Mg, Al)[(Si, BH)O_4] \cdot CaCO_3$
Kubisch $a_0 = 29{,}53 \quad Z = 24$[6])

Roeblingit $PbCa_3H_6[SO_4 \mid (SiO_4)_3]$ oder $PbSO_4 \cdot 3CaH_2[SiO_4]$
Rhombisch (?)
$a_0 = 8{,}3$ $b_0 = 13{,}1$ $c_0 = 12{,}65$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}633 : 1 : 0{,}966$ $Z = 4$

b)

Hillebrandit $Ca_2[SiO_4] \cdot H_2O$ Monoklin-pseudorhombisch C_{2h}^5—$P\,2_1/a$
$a_0 = 16{,}60$ $b_0 = 7{,}26$ $c_0 = 11{,}85$[8])
$\alpha = \beta = \gamma = 90°$ $Z = 12$

Afwillit $Ca_3[SiO_3OH]_2 \cdot 2H_2O$ Monoklin-domatisch C_s^4 — Cc
$a_0 = 16{,}27$ $b_0 = 5{,}63$ $c_0 = 13{,}23$[9])
$\beta = 134°48'$ $Z = 4$

Bultfonteinit $Ca_2[F \mid SiO_3OH] \cdot H_2O$ Triklin. pseudorhombisch
$a_0 = 10{,}99$ $b_0 = 8{,}18$ $c_0 = 5{,}67$[10])
$\alpha = 93°57'$ $\beta = 91°19'$ $\gamma = 89°51'$

Latiumit, dessen Formel noch unsicher ist, läßt sich bezüglich der Gitterdimensionen als „CaAl-Chondrodit" mit $^3/_2 a_0$ auffassen. Roeblingit kann vielleicht mit Anglesit verglichen werden.

---

[1]) L. Heller, Acta Cryst. **5**. 1952. 724 (Struktur).
[2]) J. W. Jeffery, Acta Cryst. **5**. 1952. 26 (Struktur und Beschreibung zweier weiterer Modifikationen).
[3]) J. V. Smith, Acta Cryst. **8**. 1955. 290.
[4]) G. Aminoff, Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. **11**. 1933. 21. – E. Welin, Ark. Min. Geol. **2**. 1956. 137 ($a_0 = 10{,}95$. $c_0 = 10{,}30$; Struktur).
[5]) C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. **30**. 1953. 39.
[6]) C. E. Tilley & N. F. M. Henry, Min. Mag. **29**. 1951. 640.
[7]) H. Strunz, Min. Tab. 1957.
[8]) L. Heller, Min. Mag. **30**. 1953. 150.
[9]) H. D. Megaw, Acta Cryst. **5**. 1952. 477 (Struktur). — [9a]) H. F. W. Taylor, Acta Cryst. **8**. 1955. 440 (Dehydration).
[10]) H. D. Megaw & C. H. Kelsey, Am. Min. **40**. 1955. 773. – Vgl. J. Murdoch, Am. Min. **40**. 1955. 900.

7.) Titanit-Murmanit-Gruppe.

Titanit $CaTi[O \mid SiO_4]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^6 — C 2/c
$a_0 = 6{,}56$ $b_0 = 8{,}72$ $c_0 = 7{,}44$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}752 : 1 : 0{,}853$ $\beta = 119°43'$
$Z = 4$

Murmanit $NaTi[OH \mid SiO_4]$ (?) Monoklin

Lomonossowit $(Na, Ca)Ti[(O, OH) \mid (Si, P)O_4]$ (?) Monoklin oder triklin
Wohl isomorph mit Murmanit

Fersmanit $Na_4Ca_4Ti_4[(O, OH, F)_3 \mid SiO_4]_3$ (?) Monoklin
$a : b : c = 0{,}9911 : 1 : 0{,}9961$
$\beta = 97°16$

Epistolit $(Na, Ca)(Nb, Ti, Mg, Fe, Mn)[OH \mid SiO_4]$
Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 0{,}803 : 1 : 1{,}206 \quad \beta = 105°15'$[2]

Steenstrupin $Na_2Ce(Mn, Ta, Fe, ...)H_2[(Si, P)O_4]_3$
Hexagonal
$a_0 = 10{,}55 \quad c_0 = 45{,}58 \quad c_0/a_0 = 4{,}320$[3])
$Z = 18$

Varietäten von Titanit sind: **Sphen,** in Klüften aufgewachsene „keilförmige" Kristalle; **Yttrotitanit** oder **Keilhauit** $(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe''')[O \mid SiO_4]$; **Grothit,** zwischen Titanit und Keilhauit stehend; **Greenovit,** rot, enthält MnO; Leukoxen, der als schmutzigweißer Reaktionssaum um Ilmenit und Rutil auftritt, besteht in der Hauptsache aus einem feinkörnigen oder feinfaserigen Titanitaggregat

Wenig bekannt sind **Belyankinit,** $Ca_2NbZrTi_{12}[O_{20} \mid (OH)_{17} \mid SiO_4] \cdot 20\,H_2O$, rhombisch oder monoklin und **Kurumsakit,** $(Zn, Ni, Cu)Al_8[(VO_4)_2 \mid (SiO_4)_5] \cdot 27\,H_2O$[4]).

[1]) W. Zachariasen, Z. Krist. **73**. 1930. 7 (Struktur, SB. **2**. 117).
[2]) O. B. Böggild, Z. Krist. **34**. 1901. 682.
[3]) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1944. 244. — Vgl. F. Machatschki, Naturw. **31**. 1943. 438.
[4]) N. N., Isw. Kasakst. SSR, Geol. Ser. **18**. 1954. 116.

8). Wöhlerit-Låvenit-Gruppe. Homöotypie.

Wöhlerit $Ca_2NaZr[F \mid (SiO_4)_2]$
Monoklin $C_{2h}^2 - P2_1/m$ (oder $C_2^2 - P2_1$?)
$a_0 = 10{,}82 \quad b_0 = 10{,}28 \quad c_0 = 7{,}27$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}053 : 1 : 0{,}707 \quad \beta = 108°57' \quad Z = 4$

Låvenit $(Na, Ca, Mn)_3Zr[F \mid (SiO_4)_2]$
Monoklin
$a_0 = 10{,}95 \quad b_0 = 10{,}01 \quad c_0 = 7{,}19$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}094 : 1 : 0{,}718 \quad \beta = 110°18' \quad Z = 4$

Hellandit $(Ca, Y, Er, Mn)_{<3}(Al, Fe)[H_2O \mid (SiO_4)_2]$
Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 2{,}0646 : 1 : 2{,}1507 \quad \beta = 109°45'$[3])

Guarinit $Ca_2NaZr[F \mid (SiO_4)_2]$
Triklin-pseudomonoklin
$a_0 = 10{,}93 \quad b_0 = 10{,}31 \quad c_0 = 7{,}33$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}060 : 1 : 0{,}711$
$\alpha = 90°29' \quad \beta = 108°50' \quad \gamma = 90°08' \quad Z = 4$

Rosenbuschit $(Na, Ca)_3(Fe, Ti, Zr)[F \mid (SiO_4)_2]$
Triklin
$a_0 = 10{,}14 \quad b_0 = 11{,}41 \quad c_0 = 7{,}28$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}889 : 1 : 0{,}638$
$\alpha = 91°21' \quad \beta = 99°38\frac{1}{2}' \quad \gamma = 111°54\frac{1}{2}' \quad Z = 4$

Bei diesen Mineralien ist F z. T. durch OH ersetzbar; desgleichen ZrF z. T. durch TiF und NbO. Außerdem sind geringe Mengen von $Fe^{\cdots}$, $Fe^{\cdot\cdot}$, Mg und Mn, im Rosenbuschit zusätzlich etwas Lanthan und wohl auch Cerium vorhanden.

Die Kristalle von Hellandit sind immer stark zersetzt, so daß Formel und Stellung dieses Minerals noch nicht mit Sicherheit zu bestimmen waren; mit $^1/_2$ a und $^1/_3$ c würde man ein dem Wöhlerit ganz entsprechendes Achsenverhältnis erhalten und mit obiger Formel sowohl den Analysen als auch dem hohen Zersetzungsgrad Rechnung tragen.

Niocalit, nach einer vorläufigen Analyse $Ca_4Nb[(O, F)_3 | (SiO_4)_2]$, zeigt Ähnlichkeiten mit Wöhlerit[1a]).

[1]) B. Goßner & O. Kraus, Z. Krist. **86**. 1933. 308.
[1a]) E. H. Nickel, Am. Min. **41**. 1956. 785.
[2]) B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1934. 72.
[3]) W. C. Brögger, Z. Krist. **42**. 1907. 417.
[4]) B. Goßner & O. Kraus 1934, l. c.
[5]) M. A. Peacock, Norsk. Geol. Tidsskr. **17**. 1937. 17.

9.) Rinkit-Gruppe. Wohl Homöotypie.

In den Gitterdimensionen, vor allen Dingen im b_0, kommt eine sehr enge Verwandtschaft zur Epidot-Familie zum Ausdruck, so daß Rinkit und seine Verwandten möglicherweise als Sorosilikate angesehen werden müssen.

Rinkit $Na(Ca, Ce)_2(Ti, Ce)[F | (SiO_4)_2]$
Monoklin-pseudorhombisch
$a_0 = 18{,}51 \quad b_0 = 5{,}68 \quad c_0 = 7{,}47$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}259 : 1 : 1{,}315 \quad \beta = 91°13' \quad Z = 4$

Johnstrupit $(Ca, Na)_3(Ti, Ce)[F | (SiO_4)_2]$
Monoklin-pseudorhombisch
$a : b : c = 3{,}2458 : 1 : 1{,}3911 \quad \beta = 93°04'$[2])

Mosandrit $(Ca, Na, Y)_{2-3}(Ti, Zr, Ce)[(H_2O, F) | (SiO_4)_2]$
Monoklin-pseudorhombisch
$a_0 = 18{,}41 \quad b_0 = 5{,}64 \quad c_0 = 7{,}43$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}264 : 1 : 1{,}317 \quad \beta \sim 93° \quad Z = 4$

Lamprophyllit $Na_3Sr_2Ti_3[(O, OH, F) | (SiO_4)_2]_2$
Rhombisch
$a_0 = 19{,}09 \quad b_0 = 5{,}36 \quad c_0 = 7{,}06$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 3{,}562 : 1 : 1{,}317 \quad Z = 2$

In den ersten drei dieser Mineralien wird Ce z. T. durch La und Nd, des weiteren Ca z. T. durch Y ersetzt. **Rinkolith** ist ein Sr-haltiger Rinkit.

[1]) B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1934. 72.
[2]) W. C. Brögger, Z. Krist. **16**. 1890. 76. – Hier a verdoppelt.
[3]) B. Goßner & K. Drexler, Z. Krist. **91**, 1935. 494.

10.) Beckelith-Reihe. Isotyp mit Apatit.

Beckelith / **Lessingit** $(Ca, Ce, La, Nd)_5[(O, OH, F)|(SiO_4)_3]$ Hexagonal C_{6h}^2—$P6_3/m$ (optisch pseudohexagonal) $a_0 = 9{,}7$ $c_0 = 7{,}1$[1]) $Z = 2$

Im Lessingit sind u. a. 3,5% $(Y, Er)_2O_3$ und 0,5% F vorhanden. **Cebollit** $Ca_5Al_2[(OH)_4 | (SiO_4)_3]$ (?), bildet als Zersetzungsprodukt von Melilith weiße rhombische (?) Fasern.

Erikit ist eine Pseudomorphose von wohl mindestens zwei Komponenten nach einem rhombisch-pseudohexagonalen Mineral mit $a : b : c = 0{,}5755 : 1 : 1{,}5780$; Pauschalzusammensetzung etwa $(Na, Ca, Ce)_2(Al, Ce, La, Nd)_3[OH | ((Si, P)O_4)_3] \cdot H_2O$ mit Si : P ungefähr 1 : 1; eventuell war das Ausgangsmineral ein Erden-Silikatapatit.

[1]) Vgl. P. Gay, Min. Mag. **31**. 1957. 239. – Pulverdiagramme ganz analog Apatit bzw. Wilkeit und Britholith.

11.) Melanotekit-Reihe. Isomorphie.

Melanotekit $Pb_3Fe_4^{\cdots\cdots}[O | SiO_4]_3$ Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}634 : 1 : 0{,}913$

Kentrolith $Pb_3Mn_4^{\cdots\cdots}[O | SiO_4]_3$ Rhombisch-dipyramidal $a : b : c = 0{,}633 : 1 : 0{,}899$

Beide Mineralien geben analoge Pulverdiagramme.

Borosilikate

12.) Dumortierit-Grandidierit-Gruppe. Heterotypie.

Dumortierit $(Al, Fe)_7[O_3 | BO_3 | (SiO_4)_3]$ Rhombisch $a_0 = 11{,}76$ $b_0 = 20{,}18$ $c_0 = 4{,}72$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}583 : 1 : 0{,}234$ $Z = 4$

Serendibit $(Ca, Mg)_5(AlO)_5[BO_3 | (SiO_4)_3]$ Triklin

Grandidierit $Na_2(Fe, Mg)_4(AlO)_{16}[(OH)_3 | BO_3 | (SiO_4)_5]$ Rhombisch

Howlith $Ca_2[(BOOH)_5 | SiO_4]$ Monoklin-prismatisch $a_0 = 12{,}93$ $b_0 = 9{,}34$ $c_0 = 8{,}60$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}384 : 1 : 0{,}921$ $\beta = 104°50'$

Garrelsit $(Ba, Ca)_2[(BOOH)_3 | SiO_4]$ Monoklin C_{2h}^6—$A2/a$ (C_s^4—Aa) $a_0 = 13{,}43$ $b_0 = 8{,}45$ $c_0 = 14{,}61$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}589 : 1 : 1{,}729$ $\beta = 114°19'$ $Z = 8$

Melanocerit, ungefähr $Na_4Ca_{16}(Y, La)_3(Zr, Ce)_6[F_{12} \mid (BO_3)_3 \mid (SiO_4)_{12}]$, kristallisiert hexagonal (c/a = 1,2554). **Karyocerit** ist dem Melanocerit ähnlich, besitzt aber einen höheren Th-Gehalt (c/a = 1,1845).

[1]) G. F. Claringbull & M. H. Hey, Min. Abstr. **12**. 1953. 57.
[2]) J. Murdoch, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 76.
[3]) Ch. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 73 A.

Uranyl-Silikate

13.) Uranophan-β-Uranophan-Gruppe. Z. T. Dimorphie.

a) Uranophan-Reihe. Wohl Homöotypie.

Klino-Sklodowskit $Mg(H_3O)_2[UO_2 \mid SiO_4]_2 \cdot 3H_2O$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 17{,}28 \quad b_0 = 7{,}03 \quad c_0 = 6{,}56$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}458 : 1 : 0{,}934 \quad \beta = 105°53'$
$Z = 2$

Uranophan (Uranotil) $Ca(H_3O)_2[UO_2 \mid SiO_4]_2 \cdot 3H_2O$
Monoklin $C_2^2 - P2_1$
$a_0 = 15{,}97 \quad b_0 = 7{,}07 \quad c_0 = 6{,}68$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}259 : 1 : 0{,}945 \quad \beta = 97°15'$
$Z = 2$

b) β-Uranophan-Reihe. Wohl Homöotypie. Strukturformeln nicht gesichert, vielleicht analog Uranophan.

Sklodowskit $Mg[UO_2 \mid SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$
Rhombisch (?)
$a_0 = 15{,}53 \quad b_0 = 7{,}13 \quad c_0 = 6{,}68$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}178 : 1 : 0{,}937 \quad Z = 2$

Cuprosklodowskit $Cu[UO_2 \mid SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$
Rhombisch (?)
$a_0 = — \quad b_0 = 7{,}24 \quad c_0 = —$[3])

β-Uranophan (β-Uranotil) $Ca[UO_2 \mid SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
$b_0 = 15{,}55 \quad c_0 = 2 \times 7{,}005 \quad a_0 = 6{,}64$[4])
$b_0 : c_0/2 : a_0 = 2{,}220 : 1 : 0{,}948 \quad \beta = 91°$
$Z = 4$

Boltwoodit, $K_2[UO_2 \mid SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$, gibt ein ähnliches Pulverdiagramm wie Sklodowskit[5]).

[1]) D. H. Gorman 1951. b_0 = Nadelachse.
[2]) D. K. Smith, J. W. Gruner & W. N. Lipscomb, Am. Min. Soc. Progr. 1956. 88 (Struktur). – D. H. Gorman & E. W. Nuffield, Am. Min. **40**. 1955. 634. b_0 = Nadelachse.
[3]) V. Billiet, Natuurw. Tijdschr. **18**. 1936. 284. b_0 = Nadelachse.
[4]) D. H. Gorman & E. W. Nuffield 1955, l. c.
[5]) C. Frondel & J. Ito, Science **124**. 1956. 931.

14.) Soddyit-Kasolit-Pilbarit-Gruppe. Heterotypie.

Soddyit (?) $[(UO_2)_2 \mid SiO_4] \cdot 2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{24}—Fddd
$a_0 = 8{,}32$ $b_0 = 11{,}21$ $c_0 = 18{,}71$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}742 : 1 : 1{,}669$ $Z = 3$

Kasolit $Pb[UO_2 \mid SiO_4] \cdot H_2O$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 13{,}31$ $b_0 = 7{,}02$ $c_0 = 6{,}72$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}896 : 1 : 0{,}957$
$\beta = 104°42'$ $Z = 4$

Pilbarit $PbTh[UO_2 \mid (SiO_4)_2] \cdot 4H_2O$ Nadelige oder erdige Aggregate. Kanariengelb[3]).

Nenadkevit[4]), etwa $(Mg, Th, Ca, Pb)_3[UO_2 \mid SiO_4]_2 \cdot (n+4)H_2O$, wird mit Pilbarit, **Orlit**[4]), etwa $Pb_3[(UO_2)_3 \mid (OH)_8 \mid (SiO_4)_4]$, mit Kasolit verwandt sein; Kasolit zeigt bezüglich der Gitterkonstanten Beziehungen zu Uranophan etc.

---

[1]) D. H. Gorman, Am. Min. **37**. 1952. 386.
[2]) V. Billiet & W. F. de Jong, Natuurw. Tijdschr. **18**. 1936. 261.
[3]) Simpson 1910.
[4]) Ausstellung der USSR-Delegation in Genf 1955 (Ref. Am. Min. **41**. 1956. 816).

B.) Abteilung der Sorosilikate

(Mit endlichen Gruppen von SiO_4-Tetraedern)

1.) Thortveitit-Reihe. Isomorphie.

Thortveitit $Sc_2[Si_2O_7]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^3—C2/m
$a_0 = 6{,}57$ $b_0 = 8{,}60$ $c_0 = 4{,}75$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}764 : 1 : 0{,}552$
$\beta = 103°08'$ $Z = 2$

Thalenit $Y_2[Si_2O_7]$ Monoklin
Analoges Pulverdiagramm wie Thortveitit[2])

Im Thortveitit ist Scandium z. T. durch Yttrium ersetzt. **Yttrialith** ist ein Thalenit mit 6—10% ThO_2.[3]) **Rowlandit**, $(Y, La, Ce)_4Fe[F \mid Si_2O_7]_2$ (?), von unbekannter Kristallform, ist wahrscheinlich ein isotropisierter Thalenit; **Befanamit** ist ähnlich Thortveitit.

---

[1]) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **73**. 1930. 1 (Struktur, SB. **2**. 124).
[2]) C. Frondel, priv. Mitt. 1954.
[3]) T. Ueda & S. Nishimura, Journ. Geol. Soc. Japan **60**. 1954. 131.

2.) Rankinit-Barysilit-Gruppe. Heterotypie.

Rankinit $Ca_3[Si_2O_7]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 10{,}55$ $b_0 = 8{,}88$ $c_0 = 7{,}85$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}842 : 1 : 0{,}884$
$\beta = 120°6'$ $Z = 4$

Barysilit $Pb_3[Si_2O_7]$ Rhomboedrisch
$c/a = 0{,}4863$ $\alpha = 112°58'$

Scherbakowit, $(K,Ba)_2Na(Ti,Nb)_2[Si_2O_7]_2$, kristallisiert monoklin mit $a : b : c = 0{,}70 : 1 : ?$ und $\beta = 126°\ 33'$[2]); **Nenadkewitschit,** $(Na,K,Ca)(Nb,Ti)[Si_2O_7] \cdot 2H_2O$, rhombisch[3]).

[1]) K. M. Moody, Min. Mag. **30**. 1953. 79.
[2]) E. M. Eskowa & M. E. Kazakowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **99**. 1954. 837.
[3]) M. V. Kuzmenko & M. E. Kazakowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **100**. 1955. 1159.

3.) Melilith-Reihe. Isotypie, z. T. Isomorphie. Die unmittelbar vor der eckigen Klammer stehenden Kationen Al, Mg, Fe, Zn sind tetraedrisch von O umgeben, so daß Tetraederschichten entstehen; somit könnte auch die Zuordnung zu den Phyllosilikaten erfolgen. Isotypie mit synthetischem $Na_2Li[Be_2F_7]$*.

Gehlenit $Ca_2Al[(Si, Al)_2O_7]$ Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$
$a_0 = 7{,}71$ $c_0 = 5{,}11$ $c_0/a_0 = 0{,}663$ $Z = 2$[1])

Melilith $(Ca, Na)_2(Al, Mg)[(Si, Al)_2O_7]$
Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$
$a_0 = 7{,}74$ $c_0 = 5{,}02$ $c_0/a_0 = 0{,}648$ $Z = 2$[2])

Åkermanit $Ca_2Mg[Si_2O_7]$ Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$
$a_0 = 7{,}84$ $c_0 = 5{,}01$ $c_0/a_0 = 0{,}639$ $Z = 2$[3])

„Eisenåkermanit" $Ca_2Fe[Si_2O_7]$ Tetragonal[4])

Hardystonit $Ca_2Zn[Si_2O_7]$ Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$
$a_0 = 7{,}85$ $c_0 = 5{,}00$ $c_0/a_0 = 0{,}637$ $Z = 2$[5])

* H. O'Daniel & L. Tscheischwili, N. Jb. Min. Mh. 1945/48. 65.
[1]) F. Raaz, Akad. Wiss. Wien **139**. 1930. 645, an synthet. Kristallen (Struktur). – Vgl. K. W. Andrews, Min. Mag. **28**. 1948. 374; G. Ervin & E. F. Osborn, Am. Min. **34**. 1949. 717.
[2]) B. E. Warren, Z. Krist. **74**. 1930. 131 (Struktur). Vgl. O. Weiß, W. Cochran & W. F. Cole, Acta Cryst. **1**. 1948. 83; J. W. Smith, Am. Min. **38**. 1953. 643.
[3]) K. W. Andrews 1948, l. c.; G. Ervin & E. F. Osborn 1949, l. c.
[4]) Nur als Schlackenprodukt bekannt.
[5]) B. E. Warren & O. R. Trautz, Z. Krist. **75**. 1930. 525 (Struktur, SB. **2**. 146).

4.) Aminoffit-Melinophan-Gruppe. Homöotypie (?).

Aminoffit $Ca_2(Be, Al)[Si(Si, Al)O_7] \cdot H_2O$ (?)
Tetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{17} - I4/mmm$
$a_0 = 13{,}8$ $c_0 = 9{,}8$ $c_0/a_0 = 0{,}71$ $Z = 12$[1])

Melinophan $(Ca, Na)_2(Be, Al)[Si_2O_6F]$
Tetragonal ($S_4^1 - P\bar{4}$ oder $D_{2d}^3 - P\bar{4}2_1m$)
$a_0 = 10{,}60$ $c_0 = 9{,}90$ $c_0/a_0 = 0{,}934$ $Z = 8$
$a_0' = {}^1/_2 a_0 \sqrt{2} = 7{,}49$ $c_0' = {}^1/_2 c_0 = 4{,}95$[2])
$c_0'/a_0' = 0{,}661$ $Z' = 2$

Leukophan $(Ca, NaH)_2Be[Si_2O_6(OH, F)]$ (?)
Rhombisch-disphenoidisch (D_2^3—$P2_12_12$?)
$a_0 = b_0 = 7{,}39$ $c_0 = 9{,}98$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 1 : 1{,}350$ $Z = 4$

Barylith $BaBe_2[Si_2O_7]$ Rhombisch D_{2h}^{16}—Pcmn (oder D_{2h}^5—Pcmm)
$a_0 = 4{,}64$ $b_0 = 11{,}63$ $c_0 = 9{,}81$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}399 : 1 : 0{,}843$ $Z = 4$

Es besteht offenbar eine gewisse Verwandtschaft zu den Mineralien der Melilith-Reihe, z. B. ist c_0 in der Melilith-Reihe $\sim 5{,}0$, in der Aminoffit . . .-Gruppe $\sim 10{,}0$ Å.

[1]) C. S. Hurlbut, Geol. Fören. Förh. **59**. 1937. 290.
[2]) W. H. Zachariasen, Norsk. Geol. Tidskr. **12**. 1931. 577.
[3]) E. R. Ygberg, Geol. Fören. Förh. **63**. 1941. 394. – J. C. Smith, Am. Min. **41**. 1956. 512.

5.) Astrophyllit-Reihe. Isomorphie.

Astrophyllit $(K_2, Na_2, Ca)(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_4(Ti, Zr)[OH \mid Si_2O_7]_2$
Triklin-pseudomonoklin
$a_0 = 11{,}72$ $b_0 = 5{,}41$ $c_0 = 21{,}14$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}166 : 1 : 3{,}908$
$\alpha \sim 90°$ $\beta \sim 94°$ $\gamma \sim 90°$ $Z = 4$

Kupletskit $(K_2, Na_2, Ca)(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_4(Ti, Zr)[OH \mid Si_2O_7]_2$
Triklin
Isomorph mit Astrophyllit[2])

Ebene der vollkommenen Spaltbarkeit für Astrophyllit ist (001).

[1]) B. Goßner & E. Reindl, Zbl. Min. 1934. 161.
[2]) E. I. Semenow, Doklady Akad. Wiss. USSR, **108**. 1956. 933.

6.) Harstigit-Cuspidin-Tilleyit-Foshallasit-Gruppe. Heterotypie.

Harstigit $(Ca, Mn, Mg)_8Al_2[(OH)_4 \mid (Si_2O_7)_3]$ (?)
Rhombisch
$a : b : c = 0{,}7141 : 1 : 1{,}0149$

Cuspidin $Ca_4[(F,OH)_2 | Si_2O_7]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 10{,}85$ $b_0 = 10{,}43$ $c_0 = 7{,}55$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}040 : 1 : 0{,}724$ $\beta = 110°04'$

Tilleyit $Ca_5[(CO_3)_2 | Si_2O_7]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 15{,}02_5$ $b_0 = 10{,}27$ $c_0 = 7{,}63$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}463 : 1 : 0{,}743$ $\beta = 105°50'$
$Z = 4$

Foshallasit $Ca_3[Si_2O_7] \cdot 3H_2O$ Rhombisch oder monoklin

Grothin, ein Silikat von Al, Ca und Mn, rhombisch mit a : b : c = 0,4575 : 1 : 0,8484, ist nach Groth und Mieleitner wahrscheinlich mit Harstigit verwandt.

[1]) R. F. Smirnowa, I. M. Rumanowa & N. V. Below, Mitt. Min. Ges. USSR **84**. 1955. 2 (Struktur).
[2]) J. V. Smith, Acta Cryst. **6**. 1953. 9 (Struktur).

7.) Nasonit-Gruppe. Vielleicht Isotypie.

Nasonit $Pb_6Ca_4[Cl_2 | (Si_2O_7)_3]$ Hexagonal $C_{6h}^2 - P6_3/m$ oder $C_6^6 - P6_3$
$a_0 = 10{,}08$ $c_0 = 13{,}27$ $c_0/a_0 = 1{,}316$[1])
$Z = 2$

Ganomalith $Pb_6Ca_4[(OH)_2 | (Si_2O_7)_3]$
Hexagonal (?)

Anhang:

Molybdophyllit $Pb_2Mg_2[(OH)_2 | Si_2O_7]$
Ditrigonal-skalenoedrisch (?)
$c_0/a_0 = 0{,}549$ (aus Laue-Aufnahmen)[2])

[1]) C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **36**. 1951. 534.
[2]) G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **40**. 1918. 923.

8.) Hemimorphit-Klinoedrit-Gruppe. Homöotypie.

Hemimorphit (**Kieselzinkerz**) $Zn_4[(OH)_2 | Si_2O_7] \cdot H_2O$ Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{20}—Imm2
$a_0 = 10{,}72$ $b_0 = 8{,}40$ $c_0 = 5{,}12$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}276 : 1 : 0{,}610$ $Z = 2$

Klinoedrit $Ca_2Zn_2[(OH)_2 | Si_2O_7] \cdot H_2O$ Monoklin-domatisch
$a_0 = 5{,}43$ $b_0 = 15{,}94$ $c_0 = 5{,}24$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}341 : 1 : 0{,}329$
$\beta = 103°56'$ $Z = 2$

Die Gitterkonstanten von Hemimorphit und Klinoedrit zeigen enge gegenseitige Beziehungen: $a_0H. \sim 2a_0K.$, $b_0H. \sim {}^1/_2 b_0K.$, $c_0H. \sim c_0K.$ In der Aufstellung von Hemimorphit wurde ein Austausch der Achsen a und b vorgenommen, so daß jetzt die tafelige Ausbildung parallel a(100), die optische

Achsenebene parallel b(010) verlaufen. Die Struktur von Klinoedrit ist unbekannt, obige Strukturformel also nicht ganz gesichert.

[1]) T. Ito & J. West, Z. Krist. **83**. 1932. 1 (Struktur, SB. **2**. 125).
[2]) H. Strunz, Min. Tab. 1941. 182.

9.) Lawsonit-Ilvait-Gruppe. Homöotypie.

Lawsonit $CaAl_2[(OH)_2 \mid Si_2O_7] \cdot H_2O$
Rhombisch-disphenoidisch $D_2^5 - C222_1$
$a_0 = 8{,}90$ $b_0 = 5{,}76$ $c_0 = 13{,}33$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}545 : 1 : 2{,}314$ $Z = 4$

Ilvait (**Lievrit**) $CaFe_2^{\cdot\cdot}Fe^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid O \mid Si_2O_7]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pcmn$
$a_0 = 8{,}84$ $b_0 = 5{,}87$ $c_0 = 13{,}10$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}506 : 1 : 2{,}232$ $Z = 4$

Ilvait und Lawsonit besitzen eigenartigerweise gleiche Gitterkonstanten; es sieht aus, als ob ein Ersatz von $Fe_2^{\cdot\cdot}Fe^{\cdot\cdot\cdot}OH$ durch $2(Al \cdot H_2O)$ stattgefunden habe[3]). a_0 und b_0 sind zudem genau so groß wie die entsprechenden Gitterkonstanten in der Epidotgruppe. Im Ilvait sind MnO-Gehalte bis ca. 10% vorhanden.

[1]) F. E. Wickman, Ark. Kem. Min. Geol. **25**. 1947. 1 (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen, SR. **11**. 460). — Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1931. 419.
[2]) B. Goßner & Ch. Reichel, Zbl. Min. 1932. 225. – P. Kokkoros, Naturw. **24**. 1936. 619. – Manganhaltiger Ilvait hat nach I. Gramling-Mende $a_0 = 8{,}84$ $b_0 = 5{,}88$, $c_0 = 13{,}15$ (Zbl. Min. 1942. 107). — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950. 151 (Struktur mit SiO_4-Inseln, SR. **11**. 463. — N. V. Below & V. I. Mokeewa, Akad. Wiss. USSR. **9**. 1954. 47 (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen). – [3]) H. Strunz, Z. Krist. **96**. 1937. 504 (Homöotypie).

10.) Epidot-Zoisit-Gruppe. Epidot ist monoklin, Zoisit rhombisch; Kristallgitter und Morphologie des Zoisit sind aus Epidot durch eine Raumgitterverzwillingung nach a(100) ableitbar. Dadurch wird vergleichbar $(2a \cdot \sin\beta) : b : c$ des Epidot mit $a : b : c$ des Zoisit[1a]).

In gleicher Weise sind Kristallgitter und Morphologie des Ardennit durch innere Verzwillingung nach c(001) aus Epidot ableitbar. Es wird $a : b : (2c \cdot \sin\beta)$ des Epidot gleich $a : b : c$ des Ardennit[1a]).

In der Struktur von Epidot sind Inseln $[SiO_4]$ und Gruppen $[Si_2O_7]$ vorhanden; eventuell sind auch die in den Gitterkonstanten ähnlichen Mineralien der Rinkit-Gruppe strukturell analog gebaut.

a) Epidot-Reihe. Isomorphie.

Klinozoisit $Ca_2Al_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 8{,}94$ $b_0 = 5{,}61$ $c_0 = 10{,}23$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}594 : 1 : 1{,}824$ $\beta = 115°$ $Z = 2$

Epidot $Ca_2(Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})Al_2[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$
$a_0 = 8{,}98$ $b_0 = 5{,}64$ $c_0 = 10{,}22$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}592 : 1 : 1{,}812$ $\beta = 115°24'$ $Z = 2$

Piemontit $Ca_2(Al,Fe,Mn)_2Al[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Monoklin-prismatisch
$a_0 = 8{,}05 \quad b_0 = 5{,}70 \quad c_0 = 9{,}41$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}412 : 1 : 1{,}651 \quad \beta = 115°42' \quad Z = 2$

Varietäten: **Manganepidot** ist ein Piemontit, in welchem Ca z. T. durch zweiwertiges Mangan vertreten wird; **Hancockit,** gleichfalls isotyp mit Epidot, besitzt die Zusammensetzung $(Ca, Pb, Sr, Mn)_2(Al, Fe, Mn)_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$; **Chromepidot (Tawmawit)** enthält $Cr^{\cdots}$.

b) Zoisit.

Zoisit $Ca_2Al_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}—Pnma
$a_0 = 16{,}24 \quad b_0 = 5{,}58 \quad c_0 = 10{,}10$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}879 : 1 : 1{,}791 \quad Z = 4$

c) Ardennit.

Ardennit $Mn_4MnAl_5[(OH)_2 \mid (V, As)O_4 \mid (SiO_4)_5] \cdot 2H_2O$
Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{13} — Pnmm
$a_0 = 8{,}74 \quad b_0 = 5{,}84 \quad c_0 = 18{,}60$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}497 : 1 : 3{,}185 \quad Z = 2$

Die Formel von Ardennit ist vielleicht analog derjenigen von Epidot zu schreiben.

Anhang (die Verwandtschaftsbeziehungen zu Epidot sind nicht geklärt):

Perrierit $Ce_2Ti_2[O_4 \mid Si_2O_7]$(?) Monoklin-prismatisch C_{2h}^3—C 2/m
$a_0 = 13{,}62 \quad b_0 = 5{,}62 \quad c_0 = 11{,}63$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}423 : 1 : 2{,}069 \quad \beta = 113°28' \quad Z = 4$

Klinotscheffkinit $(Ce, La)_2Ti_2[O_4 \mid Si_2O_7]$ (?)
Monoklin
$a_0 = 29 \quad b_0 = 5{,}6 \quad c_0 = 12$[7]) $\beta = 114°30' \quad Z = 8$

Cerit $(Ca, Fe)Ce_3H[(OH)_2 \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ (?, mit La, Dy, Al)
Monoklin C_{2h}^6—I 2/n oder C_s^4 — In
$a_0 = 17{,}81 \quad b_0 = 10{,}85 \quad c_0 = 14{,}10$[8])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}641 : 1 : 1{,}300$
$\beta = 109° 10'$

Orthit (Allanit) $(Ca, Ce, La, Na)_2(Al, Fe, Be, Mg, Mn)_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 1{,}5507 : 1 : 1{,}7684 \quad \beta = 105°01'$

Magnesiumorthit $CaCeMgAl_2[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$
Monoklin
$a : b : c = —$

Nagatelit $(Ca,Ce)_2(Al,Fe''',Fe'')_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid (Si,P)_2O_7]$
Monoklin
a : b : c ähnlich Orthit

Pumpellyit $Ca_4(Mg,Fe,Mn)(Al,Fe,Ti)_5[(OH)_2 \mid (SiO_3OH)(SiO_4)_5] \cdot 2H_2O$
Monoklin-prismatisch C_{2h}^3—A2/m
$a_0 = 8{,}81$ $b_0 = 5{,}94$ $c_0 = 19{,}14$[9])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}483 : 1 : 3{,}222$ $\beta = 97°36'$

Lombaardit $(Ca,Fe)_2(Al,Fe)_5[(O,OH)_4 \mid (SiO_4)_3]$
Monoklin-prismatisch C_{2h}^1—P 2/n
$a_0 = 16{,}13$ $b_0 = 5{,}61$ $c_0 = 18{,}24$[10])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}875 : 1 : 3{,}251$
$\beta = 115°30'$ $Z = 6$

Mit Perrierit sind nach Bonatti und Gottardi **Tscheffkinit** und Klinotscheffkinit verwandt; beide sind isotropisierte Silikate von (Ce, Ca) und (Ti, Fe, Mg). Mit Cerit scheint **Törnebohmit,** bisher $(Ce,La,Al)_3[OH \mid (SiO_4)_3]$, monoklin, verwandt zu sein.

---

[1]) L. Waldbauer & D. C. McCann, Am. Min. **20**. 1935. 106. — [1a]) H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. (Dimorphie auf Grund innerer Verzwillingung).

[2]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **78**. 1931. 386. — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 50 (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen + SiO_4-Tetraedern, SR. **13**. 375). — N. V. Below & J. M. Rumanowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **89**. 1953. 853 (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen + SiO_4-Tetraedern). — T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst. **7**. 1954. 53 (Bestätigung obiger Struktur). — N. V. Below & J. M. Rumanowa, Akad. Wiss. USSR. **9**. 1954. 103 (Bestätigung obiger Struktur).

[3]) O. H. Ödmann, Årsbok Geol. Unders. **44**. 1950. 28.

[4]) B. Goßner & Ch. Reichel, Zbl. Min. 1932. 225. — H. Strunz, Z. Krist. **92**. 1935. 402. — T. Ito 1950, l. c. (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen + SiO_4-Tetraedern, SR. **13**. 376). — E. G. Fesenko, J. M. Rumanowa & N. V. Below, Doklady Akad. Wiss. USSR. **102**. 1955. 275 (Struktur mit Si_2O_7-Gruppen + SiO_4-Tetraedern).

[5]) B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **83**. 1932. 415.

[6]) S. Bonatti & G. Gottardi, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 242; **10**. 1954. 208.

[7]) A. Boldyreff; vgl. S. Bonatti & Gottardi, l. c.

[8]) J. J. Glass, H. T. Evans, M. K. Carron & H. Rose, Am. Min. **41**. 1956. 665.

[9]) D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1953. 113.

[10]) H. J. Nel, C. A. Strauss & F. E. Wickman, Mem. Geol. Surv. South Afr. **43**. 1949. 45.

11.) Vesuvian-Zunyit-Gruppe. Heterotypie.

Vesuvian $Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[(OH)_4 \mid (SiO_4)_5 \mid (Si_2O_7)_2]$
Ditetragonal-dipyramidal D_{4h}^4 — P 4/nnc
$a_0 = 15{,}66$ $c_0 = 11{,}85$[1])
$c_0/a_0 = 0{,}757$ $Z = 4$ $c/a = 0{,}5372$

Zunyit $Al_{12}[AlO_4 \mid (OH, F)_{18}Cl \mid Si_5O_{16}]$
Kubisch-hex'tetraedrisch T_d^2 — F 43m
$a_0 = 14{,}01$ $Z = 4$[2])

Varietäten sind: **Manganvesuvian, Chromvesuvian, Berylliumvesuvian** (a_0=15,59, c_0 = 11,81[1a]).

[1]) B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **78**. 1931. 422 (Struktur, SB. **2**. 126). – Vgl. C. Gottfried 1930; F. Machatschki 1930; Takané 1933. – [1a]) C. S. Hurlbut, Am. Min. **40**. 1955. 118.

[2]) B. Goßner 1927; L. Pauling, Z. Krist. **84**. 1933. 442 (Struktur, SB. **3**. 147). – Nach F. H. S. Vermaas ist für Zunyit von Postmasburg a_0 = 14,03 (Am. Min. **37**. 1952. 960).

12.) Gruppe der unklassifizierten Sorosilikate. darunter eventuell z. T. Cyclo- oder Inosilikate.

Joaquinit $NaBa(Ti, Fe)_3[Si_4O_{15}]$
Rhombisch
$a_0 = 9{,}63$ $b_0 = 10{,}47$ $c_0 = 22{,}4$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}920 : 1 : 2{,}139$ $Z = 4$

Dalyit $K_2Zr[Si_6O_{15}]$ Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\,1$
$a_0 = 7{,}51$ $b_0 = 7{,}73$ $c_0 = 7{,}00$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}972 : 1 : 0{,}906$
$\alpha = 106°$ $\beta = 113°30'$ $\gamma = 99°30'$ $Z = 1$

Elpidit $Na_2Zr[Si_6O_{15}] \cdot 3H_2O$ Rhombisch-pseudohexagonal
$a_0 = 7{,}33$ $b_0 = 14{,}47$ $c_0 = 7{,}07$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}507 : 1 : 0{,}489$ $Z = 2$
Überzelle mit $a_0' = 2 \cdot 7{,}33$

Labuntsowit[4]) $(K,Ba,Na)\,Ti[(Si,Al)_2(O,OH)_7] \cdot H_2O$ (?)
Rhombisch
$a : b : c = 0{,}511 : 1 : 0{,}489$

Prehnit $Ca_2Al_2[(OH)_2 \mid Si_3O_{10}]$ Rhombisch-pyramidal $C_{2v}^4 - P\,2cm$
$a_0 = 4{,}61$ $b_0 = 5{,}47$ $c_0 = 18{,}48$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}843 : 1 : 3{,}378$ $Z = 2$
$a : b : c = 0{,}8401 : 1 : 1{,}1536$

Lithidionit (**Neocyanit**) $(Na, K)_2[Si_3O_7]$ (?) Monoklin (?)
$a : b : c = 0{,}4506 : 1 : 0{,}3997$ $\beta \sim 114°$

Tuhualith $(Na,K,Mn)_2Fe^{\cdot\cdot}(Fe^{\cdot\cdot\cdot},Al,Mg,Ti)H[(Si,AlH)_8O_{20}]$
Rhombisch $D_{2h}^{18} - Cmca$ oder $C_{2v}^{17} - C\,2ca$
$a_0 = 14{,}31$ $b_0 = 17{,}28$ $c_0 = 10{,}11$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}828 : 1 : 0{,}585$ $Z = 6$

Bavenit $Ca_4AlBe_3H[Si_9O_{27}] \cdot H_2O$
Rhombisch (D_2^1, D_{2h}^1 oder C_{2v}^1)
$a_0 = 9{,}69$ $b_0 = 11{,}55$ $c_0 = 4{,}96$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}839 : 1 : 0{,}429$ $Z = 1$

Leukosphenit $Ba(Na,Ca)_4Ti_3[BO_3 \mid Si_8O_{24}]$
Monoklin
$a_0 = 9.76$ $b_0 = 16{,}69$ $c_0 = 7{,}10$[8])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}584 : 1 : 0{,}425$ $\beta = 93°23'$ $Z = 2$

Hyalotekit $(Pb, Ca, Ba)_4B[Si_6O_{17}(F, OH)]$
Kristallform?

Didymolith $(Ca, Mg, Fe)Al_2[Si_3O_{10}]$ (?)
Monoklin
$a : b : c = 0{,}5997 : 1 : 0{,}3077$ $\beta = 105°41'$

Stokesit $CaSn[Si_3O_9] \cdot 2H_2O$ Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}3463 : 1 : 0{,}8033$

Searlesit $NaB[Si_2O_6] \cdot H_2O$ Monoklin-sphenoidisch $C_2^2 - P2_1$
$a_0 = 7{,}97$ $b_0 = 7{,}05$ $c_0 = 4{,}90$[9])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}130 : 1 : 0{,}695$
$\beta = 93°57'$ $Z = 2$

Über die Strukturformeln der folgenden Mineralien kann ebenfalls nichts ausgesagt werden: **Janit,** $(Na, K, Ca)(Fe, Al, Mg)[Si_2O_6] \cdot 2H_2O$.

Nordit (Gerasimowsky 1942), etwa $Na_4(Ce, La..)_{1,5}(Sr, Mn, Ca, Mg)_3Si_8O_{23}$, rhombisch mit $a : b : c = 0{,}730 : 1 : 0{,}527$, lichtbraun, ‡‡ {100} gut, $H = 5–6$, $D = 3{,}430$, $\ominus$, $\alpha = 1{,}619$, $\beta = 1{,}630–1{,}640$, $\gamma = 1{,}642$, $2V_{Na} = 31^1/_2°$, tritt in pegmatitischen Taschen eines Sodalithsyenits der Lovozero-Tundra, Kola, auf.

---

[1]) Ch. Palache & W. F. Foshag, Am. Min. **17**. 1932. 308.
[2]) R. v. Tassel, Min. Mag. **29**. 1952. 850.
[3]) H. Strunz, Min. Tab. 1957 (Elpidit von Narsarsuk/Grönland).
[4]) E. I. Semenow & T. A. Burowa, Doklady Akad. Wiss. USSR. **101**. 1955. 1113.
[5]) E. W. Nuffield, Univ. Toronto Stud. Geol. Ser. **48**. 1943. 49; – B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1931. 419.
[6]) C. O. Hutton, Min. Mag. **31**. 1956. 96 (Formel hier abgeändert).
[7]) C. J. Ksanda & H. E. Merwin, Am. Min. **18**. 1933. 341. – G. F. Claringbull findet für Schweizer Bavenit $a_0 = 2 \cdot 9{,}67$, $b_0 = 2 \cdot 11{,}53$, $c_0 = 4{,}95$ (Min. Mag. **25**. 1940. 495). Formel: M. Fleischer & G. Switzer, Am. Min. **38**. 1953. 988.
[8]) H. Strunz, Min. Tab. 1957 (Leukosphenit von Narsarsuk/Grönland).
[9]) J. J. Fahey & J. M. Axelrod, Am. Min. **35**. 1950. 1014.

C.) Abteilung der Cyclosilicate (Ringstrukturen)

Mit Ringen Si_3O_9

1.) Benitoit-Gruppe. Homöotypie.

Benitoit $BaTi[Si_3O_9]$
Ditrigonal-dipyramidal $D_{3h}^2 - P\,6c2$
$a_0 = 6{,}61$ $c_0 = 9{,}73$ $c_0/a_0 = 1{,}472$ $Z = 2$[1])

Wadeit $K_2Zr[Si_3O_9]$
Hexagonal-dipyramidal $C_{6h}^2 - P\,6_3/m$
$a_0 = 6{,}88$ $c_0 = 10{,}16$ $c_0/a_0 = 1{,}477$ $Z = 2$[2])

[1]) W. H. Zachariasen, Z. Krist. **74**. 1930. 139 (Struktur, SB. **2**. 128).
[2]) J. Sheerer, E. T. Robinson, J. T. Jefferies, Am. Min. **36**. 1951. 637. – D. E. Henshaw, Min. Soc. Notice **38**. 1955.

2.) Katapleit-Gruppe. Homöotypie. Die Gitterkonstanten sind vergleichbar mit denen von Benitoit und Wadeit. Bei Eudialyt ist gegenüber Katapleit a_0 verdoppelt und c_0 verdreifacht.

Katapleit $Na_2Zr[Si_3O_9] \cdot H_2O$
Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^4 - P\,6_3/mmc$
$a_0 = 7{,}40$ $c_0 = 10{,}07$ $c_0/a_0 = 1{,}361$ $Z = 2$[1])

Eudialyt $(Na, Ca, Fe)_6Zr[(OH, Cl) \mid (Si_3O_9)_2]$
Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\,\bar{3}m$
$a_0 = 14{,}34$ $c_0 = 30{,}21$ $c_0/a_0 = 2{,}107$ $Z = 12$[2])

Katapleit ist bei gewöhnlicher Temperatur schwach monoklin deformiert; bei 139° C wird er vollkommen hexagonal.

Eukolit ist ein Nb-haltiger Eudialyt; **Mesodialyt** steht zwischen beiden.

[1]) B. K. Brunowsky, Trav. Inst. Lomonossow 1953. 33. – Acta physicochim. USSR **5**. 1936. 863 (Struktur, SB. **5**. 24).
[2]) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 81.

3.) Cappelenit-Gruppe. Homöotypie (?).

Cappelenit $(Ba, Ca, Ce, Na)_3(Y, Ce, La)_6[(BO_3)_6 \mid Si_3O_9]$ Hexagonal
$c/a = 1{,}2903$

Tritomit $Ca_3(La, Ce)_3Zr_3[F_6 \mid (BO_3)_3 \mid (Si_3O_9)_2]$ Hexagonal
$c/a = 1{,}114$

Stillwellit $(Ce, ..)_3[B_3O_6 \mid Si_3O_9]$ Hexagonal $(C_{3v}^1 - P\bar{3}m1,\ D_{3d}^3 - P\bar{3}m1)$
$a_0 = 6{,}85$ $c_0 = 6{,}64$
$c_0/a_0 = 0{,}940$ $Z = 1$[1])

Die Struktur von Stillwellit besteht wahrscheinlich aus Ringen Si_3O_9 (wie im Benitoit) und zwischenliegenden Ringen B_3O_6.

[1]) J. McAndrew & T. R. Scott, Commonwealth of Australia, Sci. Industr. Res. Organ. **176**. 1955. 509.

Mit Ringen Si_4O_{12}

4.) Neptunit-Kainosit-Axinit-Gruppe. Heterotypie. Die Struktur ist bisher nur für Axinit bestimmt.

Neptunit $Na_2FeTi[Si_4O_{12}]$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 16{,}57$ $b_0 = 12{,}66$ $c_0 = 10{,}06$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}309 : 1 : 0{,}795$
$\beta = 115°38'$ $Z = 8$

Kainosit $Ca_2(Ce, Y)_2[CO_3 \mid Si_4O_{12}] \cdot 1\text{–}2\,H_2O$
Rhombisch-dipyramidal
$a : b : c = 0{,}9517 : 1 : 0{,}8832$

Axinit $Ca_2(Fe, Mn)AlAl[OH \mid BO_3 \mid Si_4O_{12}]$
Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 7{,}15$ $b_0 = 9{,}16$ $c_0 = 8{,}96$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}779 : 1 : 0{,}978$
$\alpha = 88°04'$ $\beta = 81°36'$ $\gamma = 77°42'$ $Z = 2$

Tinzenit ist eine Varietät von Axinit mit doppelt so viel MnO als durchschnittlich[3]).

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1928. 274.
[2]) T. Ito & Y. Takéuchi, Acta Cryst. **5**. 1952. 202 (Struktur). – M. A. Peacock, Am. Min. **22**. 1937. 588.
[3]) C. Milton, F. A. Hildebrand & A. M. Sherwood, Am. Min. **38**. 1953. 1148.

Mit Ringen Si_6O_{18}

5.) Beryll-Gruppe. Homöotypie. Die Sechserringe im Beryll sind durch Be in tetraedrischer Koordinierung zu einem Gerüst verbunden; zum Unterschied gegenüber den Tektosilikaten ist jedoch das Al in Sechser-Koordination vorhanden.

Beryll $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$ Dihexagonal-dipyramidal $D_{6h}^2 - P6/mcc$
$a_0 = 9{,}23$ $c_0 = 9{,}19$ $c_0/a_0 = 0{,}996$ $Z = 2$[1])
$c/a = 0{,}4989$
Orthohexagonal (vergleichbar mit Cordierit):
$a_0 = 16{,}0$ $b_0 = 9{,}23$ $c_0 = 9{,}19$ $Z = 4$

Cordierit $\alpha\text{-}Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{20} - Cccm$
$a_0 = 17{,}13$ $b_0 = 9{,}80$ $c_0 = 9{,}35$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}748 : 1 : 0{,}954$ $Z = 4$

Indialith $\gamma\text{-}Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$ Hexagonal
$a_0 = 9{,}81$ $c_0 = 9{,}35$ $c_0/a_0 = 0{,}953$ $Z = 2$[3])

Beryll kann in den Kanälen parallel der c-Achse zusätzlich Li^+, Na^+, Cs^+, Ca^{++}, Sc^{+++}, auch OH^- und F^- enthalten, so daß (in Anlehnung an W. T. Schaller, priv. Mitt. 1954) die Formel $(Li, Na, Cs, Ca, Sc)_{\ll 1}(Al, Mg)_2(Be, Al)_3[(OH, F)_{\ll 1} \mid Si_6O_{18}]$ geschrieben werden kann; ein Beryll von Arizona enthält ca. 7% Cs_2O.

Varietäten von Beryll sind: **Aquamarin** (meergrün bis blau), **Heliodor** (grünlichgelb bis gelb), **Smaragd** (grün), **Morganit** (rosenrot). **Sc-Beryll (Bazzit)** aus den Schweizeralpen besitzt die Gitterkonstanten $a_0 = 9{,}50$, $c_0 = 9{,}18$[4]).

Eisencordierit ist eine Fe-haltige Varietät von Cordierit; mit **Pinit** sind Pseudo-

morphosen glimmerartiger Mineralien, hauptsächlich Muskovit nach Cordierit zu bezeichnen. Manche „Cordierite" haben sich als Osumilith erwiesen.

[1]) W. L. Bragg & J. West, Proc. Roy. Soc. **111** A. 1926. 691 (Struktur, SB. **1**. 305). – Vgl. N. W. Below & R. G. Matweewa, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 299 (SR. **13**. 370).

[2]) B. Goßner & F. Mußgnug, N. Jb. Min. 1928. 216. — A. Byström, Ark. Kem. Min. Geol. **15** B. 1942. Nr. 12 (Struktur, SR. **9**. 258).

[3]) A. Miyashiro & T. Jiyama, Proc. Jap. Acad. **30**. 1954. 746. – Vgl. V. Venkatesh, Am. Min. **39**. 1954. 636; Synthesen: F. B. Boyd sowie Schairer & Yagi 1952.

[4]) F. Huttenlocher, Th. Hügi & W. Nowacki, Schweiz Min. Petr. Mitt. **34**. 1954. 501. – G. Bergerhoff & W. Nowacki, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **35**. 1955. 410. —Nach G. Peyronel, Intern. Congr. Paris 1954. 18: $a_0 = 9{,}51$, $c_0 = 9{,}10$.

6.) Turmalin-Reihe. Ditrigonal-pyramidal, C_{3v}^5—R 3m. Die Struktur[1]) besteht aus polaren Ringen Si_6O_{18} und planaren BO_3-Inseln, die durch Na, Mg, Al zusammengehalten werden; zusätzlich vorhandenes OH ermöglicht pseudooktaedrische Umgebung von Mg und Al.

Elbait $Na(Li,Al)_3Al_6[(OH)_{1+3}|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$
(farblos, rosa, grün) $a_0 = 15{,}84$ $c_0 = 7{,}10$ $c_0/a_0 = 0{,}448$ $Z = 3$[2])

Dravit $NaMg_3Al_6[(OH)_{1+3}|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$
(braun bis braunschwarz) $a_0 = 15{,}94$ $c_0 = 7{,}22$ $c_0/a_0 = 0.453$ $Z = 3$[2])

Schörl $NaFe_3^{\cdot\cdot}Al_6[(OH)_{1+3}|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$
(schwarz) $a_0 = 16{,}03$ $c_0 = 7{,}15$ $c_0/a_0 = 0{,}446$ $Z = 3$[2])

„Tsilaisit" $NaMn_3Al_6[(OH)_{1+3}|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$[3])
(hypothetisch)

Uvit $CaMg_3(Al_5Mg)[(OH)_{1+3}|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$
(dunkelbraun)

Die rhomboedrische Zelle besitzt $a_{rh} \sim 9{,}5$ Å, $\alpha \sim 113°55'$ mit $Z = 1$. — Mischbarkeit besteht zwischen Elbait—Schörl sowie Dravit—Schörl, nach den bisherigen Kenntnissen nicht zwischen Elbait—Dravit[2]). Farbvarietäten sind: **Achroit** (farblos bis ganz zart grün), **Rubellit** (rot), **Verdelith** (grün), **Indigolith** (blau). Die Farbe ist nicht in allen Fällen kennzeichnend für die chemische Zusammensetzung.

[1]) Strukturbestimmungen: R. Sadanaga, J. Geol. Soc. Tokio **53**. 1947. 52 (vorläufige Mitteilung). — G. E. Hamburger (Donnay) & M. J. Buerger, Am. Min. **33**. 1948. 532. — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950. 134. — G. E. Donnay & M. J. Buerger, Acta Cryst. **3**. 1950. 379. – T. Ito & R. Sadanaga, Acta Cryst. **4**. 1951. 385.

[2]) Gitterkonstanten: W. Epprecht, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **33**. 1953. 481.

[3]) W. Kunitz, Chemie d. Erde **4**. 1929. 208. – Vgl. auch: D. Němec, Acta Acad. Sci. Moravo-Siles. **25**. 1953. 401.

7.) Dioptas-Gruppe.

Dioptas $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6H_2O$ Trigonal-rhomboedrisch C_{3i}^2 — R 3
$a_0 = 14{,}61$ $c_0 = 7{,}80$ $c_0/a_0 = 0{,}534$ $Z = 3$[1])

Chrysokoll, $CuSiO_3 \cdot nH_2O$, kryptokristallin, tritt in nierigen und traubigen Formen sowie in Krusten und als erdiger Anflug auf; **Shattuckit** und **Plancheit,** etwa $(Cu, Ca)_3[Si_3O_9] \cdot 1^1/_2 H_2O$, bilden gleichfalls kristalline Aggregate.

[1]) H. G. Heide, K. Boll-Dornberger, E. Thilo & E. M. Thilo, Acta Cryst. **8**. 1955. 425 (Struktur). – Vgl. B. Goßner, Zbl. Min. 1927. 39. – N. V. Below, V. P. Butusow & N. J. Golowastikow, Doklady Akad. Wiss. USSR **87**. 1952. 953 (Strukturvorschlag).

Mit Doppelringen $Si_{12}O_{30}$

8.) Milarit-Gruppe. Homöotypie. Milarit besitzt Doppelringe $Si_{12}O_{30}$; diese sind durch Al und Be in tetraedrischer Koordination zu einem Tetraeder-Gerüst verbunden, es könnte also auch die Zuordnung zu den Tektosilikaten erfolgen.

Milarit $KCa_2AlBe_2[Si_{12}O_{30}] \cdot {}^1/_2 H_2O$
Dihexagonal-dipyramidal D^2_{6h} — P6/mcc
$a_0 = 10{,}45$ $c_0 = 13{,}88$ $c_0/a_0 = 1{,}328$ $Z = 2$[1])

Osumilith $(K,Na, Ca)(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_2(Al, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(Si, Al)_{12}O_{30}] \cdot H_2O$
Dihexagonal-dipyramidal D^2_{6h} — P6/mcc
$a_0 = 10{,}17$ $c_0 = 14{,}34$ $c_0/a_0 = 1{,}410$ $Z = 2$[2])

Armenit $BaCa_2Al_3[Al_3Si_9O_{30}] \cdot 2H_2O$[3])
Dihexagonal-dipyramidal (?)

Milarit und Armenit zeigen im optischen Verhalten Abweichungen von der hexagonalen Symmetrie.

[1]) N. V. Below & T. N. Tarkhowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **69**. 1949. 365 (Struktur mit Doppelringen $Si_{12}O_{30}$). — Akad. Wiss. USSR 1951. 83. — B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1930. 220. — T. Ito, N. Morimoto & R. Sadanaga, Acta Cryst **5**. 1952. 209 (Struktur mit Doppelringen $Si_{12}O_{30}$).
[2]) A. Miyashiro, Proc. Acad. Japan. **29**. 1953. 321. — Am. Min. **41**. 1956. 104 (Struktur).
[3]) H. Neumann, Norsk Geol. Tidsskr. **21**. 1941. 19.

D.) Abteilung der Inosilikate (Kettenstrukturen)*)

Pyroxen-Familie

Die Pyroxene sind isodimorph, und zwar treten sie in einer monoklinen und einer rhombischen Modifikation auf. Die allgemeine Formel ist $R_2[Si_2O_6]$. Ist von den R-Ionen eines mittelgroß (wie Mg, Fe), das andere groß (wie Ca, Na), so ist die Struktur monoklin; sind beide mittelgroß, so ist die Struktur rhombisch und nur unter ganz bestimmten Bedingungen monoklin, so etwa bei Klinoenstatit und Klinoferrosilit.

Die rhombischen Strukturen entstehen aus den monoklinen durch eine Raumgitter-Verzwillingung nach a(100). Diese Fläche ist an sich Zwillings-

*) Die Klassifizierung der Inosilikate bedarf der weiteren Überarbeitung.

ebene, häufig sogar in lamellarer Wiederholung. Es ist von großem Interesse, daß aus reinen $CaMgSi_2O_6$-Schmelzen gebildeter Diopsid kaum verzwillingt ist, daß jedoch polysynthetische Verzwillingung in zunehmendem Grad auftritt, wenn der Mg-Gehalt der Schmelze gesteigert wird. Es erfolgt also gewissermaßen eine Annäherung an rhombische Symmetrie. — In analoger Weise kommen umgekehrt die Mg-reichen monoklinen Pigeonite vorzugsweise nur als Hochtemperaturbildungen bei rascher Abkühlung zustande, also unter Bedingungen, bei denen Mg gewissermaßen einen größeren Ionenradius besitzt.

Die Aufstellung der Klinopyroxene ist diejenige nach Naumann (1828), die der Orthopyroxene nach Tschermak (1897).

Die Formeln sind meist etwas idealisiert; so enthält z. B. Diopsid fast stets $Fe^{\cdot\cdot}$, Aegirin etwas $CaFe^{\cdot\cdot}$ für $NaFe^{\cdot\cdot\cdot}$ usw.

1.) Klinopyroxene. Monoklin-prismatisch, C_{2h}^6—C 2/c. Z = 4. Isotypie.

1a) Klinoenstatit-Reihe. Isomorphie.

Klinoenstatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}62$ $b_0 = 8{,}83$ $c_0 = 5{,}19$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}089 : 1 : 0{,}588$ $\beta = 108°21^1/_2'$
Klinohypersthen	$(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$	—
Klinoferrosilit	$Fe_2[Si_2O_6]$	—

Klinoenstatit kennt man aus Meteoriten und aus einem Kimberlit von Mabuki in Tanganyika. Klinoferrosilit (auch Ferrosilit genannt) tritt nach Bowen (1935) in nadelförmigen Aggregaten in Obsidian-Lithophysen auf (in Obsidianen von Island, vom Naivasha-See in Kenya, Yellowstone-Park und aus Californien). **Pigeonit,** $(Mg, Fe, Ca)_2[Si_2O_6]$, mit (Mg, Fe):Ca ~ 7:1, besitzt die Gitterkonstanten: $a_0 = 9{,}69-9{,}71$, $b_0 = 8{,}92-8{,}96$, $c_0 = 5{,}24-5{,}25$, $\beta = 108°33'$[1]), er leitet über zum Diopsid-Hedenbergit.

[1]) H. Kuno & H. H. Hess, Am. Journ. Sci. **251**. 1953. 741.

1b) Diopsid-Reihe. Isomorphie.

Diopsid	$CaMg[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}73$ $b_0 = 8{,}91$ $c_0 = 5{,}25$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}092 : 1 : 0{,}589$ $\beta = 105°50'$
Hedenbergit	$CaFe[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}85$ $b_0 = 9{,}02$ $c_0 = 5{,}26$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}092 : 1 : 0{,}583$ $\beta = 104°20'$
Johannsenit	$CaMn[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}83$ $b_0 = 9{,}04$ $c_0 = 5{,}27$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}087 : 1 : 0{,}583$ $\beta = 105°$ $Z = 4$
Synthetisch	$CaNi[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}69$ $b_0 = 8{,}90$ $c_0 = 5{,}26$[4]) $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}089 : 1 : 0{,}591$ $\beta = 105°50'$

Varietäten von Diopsid sind: **Chromdiopsid** mit $Cr^{\cdots}$-Gehalten, **Lawrowit** mit $V^{\cdots}$-Gehalten, **Kokkolith** mit Fe-Gehalten. **Ferro-Johannsenit** enthält ca. 10% FeO.

Mischkristalle sind: **Salit** (tiefgrüner Pyroxen) ~ 2 Diopsid + 1 Hedenbergit; **Ferrosalit** ~ 1 Diopsid + 2 Hedenbergit; **Schefferit** ~ Diopsid + Hedenbergit, mit Mangan für Calcium. **Jeffersonit** ist eine Zn-haltige Varietät von Schefferit.

[1]) B. E. Warren & W. L. Bragg, Z. Krist. **69**. 1928. 168 (Struktur, SB. **2**. 130). – Vgl. R. W. G. Wyckoff & H. E. Merwin, Z. Krist. **62**. 1925. 540.
[2]) H. Kuno & H. H. Hess, Am. Journ. Sci. **251**. 1953. 741.
[3]) G. Schiavinato, Rend. Soc. Min. Ital. **9**. 1953. 210.
[4]) L. Gjessing, Norsk. Geol. Tidsskr. **20**. 1941. 265.

1c) Spodumen-Reihe. Isomorphie.

Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}52$ $b_0 = 8{,}32$ $c_0 = 5{,}25$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}144 : 1 : 0{,}631$ $\beta = 110°28'$
Jadeit	$NaAl[Si_2O_6]$	$a_0 = 9{,}50$ $b_0 = 8{,}61$ $c_0 = 5{,}24$[2])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}103 : 1 : 0{,}609$ $\beta = 107°26'$
Aegirin	$NaFe^{\cdots}[Si_2O_6]$	$a : b : c = 1{,}0998 : 1 : 0{,}6012$ $\beta = 106°51'$

Akmit ist ein Aegirin mit Al, Ti und $Fe^{\cdot\cdot}$ an Stelle von $Fe^{\cdots}$ (es ist üblich, die im Dünnschliff grün durchsichtigen Kristalle als Aegirin, die braun durchsichtigen als Akmit zu bezeichnen). Spodumene von Edelsteinqualität sind der grüne Cr-haltige **Hiddenit** sowie der rosarote **Kunzit**.

Mischkristalle sind: **Diopsidjadeit (Mayait)** ~ 1 Diopsid + 1 Jadeit; **Chloromelanit** ~ 1 Diopsid + 1 Jadeit + 1 Aegirin, dunkelgrün; **Urbanit** ~ Diopsid + Aegirin.

Gleichfalls Kettenstruktur besitzt synthetisches $Na_4[Si_2O_6]$, rhombisch-pseudohexagonal, $C_{2v}^{12}-Cmc$, $a_0 = 10{,}43$, $b_0 = 6{,}02$, $c_0 = 4{,}81$[3]), und wohl auch $Li_4[Si_2O_6]$, rhombisch, $a_0 = 5{,}43$, $b_0 = 9{,}41$, $c_0 = 4{,}66$[4]).

[1]) B. E. Warren & J. Biscoe, Z. Krist. **80**. 1931. 391 (Struktur, SB. **2**. 131).
[2]) C. W. Wolfe, Am. Min. **40**. 1955. 248. – H. S. Yoder, Am. Journ. Sci. **248**. 1950. 312.
[3]) A. Grund, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 348. – A. Grund & M. Pizy, Acta Cryst. **5**. 1952. 837.
[4]) G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Min. **38**. 1953. 163.

1d) Augit-Reihe. Isomorphie (Al vertritt Si bis zu $^4/_{16}$[1]), Ti ist vierwertig).

Fassait[2])	$Ca_8Mg_{6,5}(Fe^{\cdots}, Ti)_{0,5}Al_1[Al_{1,5-2}Si_{14,5-14}O_{48}]$
Diallag	$Ca_7Fe^{\cdot\cdot}Mg_{6,5}Fe^{\cdots}_{0,5}Al[Al_{1,5}Si_{14,5}O_{48}]$
Titanaugit	$Ca_7Na_{0,5}Mg_5Fe^{\cdot\cdot}_{1,5}TiFe^{\cdots}[Al_{2,5}Si_{13,5}O_{48}]$
Augit	$Ca_{6,5}Na_{0,5}Fe^{\cdot\cdot}Mg_6(Al, Fe^{\cdots}, Ti)_2[Al_{1,5-3,5}Si_{14,5-12,5}O_{48}]$
(basaltisch, **Oktobolit**)	$a : b : c = 1{,}0921 : 1 : 0{,}5893$ $\beta = 105°50'$

Omphacit ist dem Fassait ganz ähnlich, tritt aber stets nur körnig auf; er bildet z. B. mit Granat das Gestein Eklogit. **„Gemeiner Augit"** wird als Sammelname

für diallagische bis basaltische Augite häufig verwendet. **Aegirin-Augit** enthält $NaFe'''$.

[1]) Ob diese Grenze tatsächlich erreicht wird, ist noch unsicher.
[2]) Vgl. E. Tröger: „Über den Fassait und über die Einteilung der Klinopyroxene." – N. Jb. Min. Mh. 1951. 132.

2.) Orthopyroxene. Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{15}—Pbca.

Enstatit-Reihe. Isomorphie.

Enstatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18{,}22 \quad b_0 = 8{,}81 \quad c_0 = 5{,}21$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}068 : 1 : 0{,}590$
Bronzit	$(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18{,}20 \quad b_0 = 8{,}86 \quad c_0 = 5{,}20$[2]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}062 : 1 : 0{,}588 \quad Z = 8$
Hypersthen	$(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	$a_0 = 18{,}24 \quad b_0 = 8{,}88 \quad c_0 = 5{,}21$[3]) $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}054 : 1 : 0{,}587 \quad Z = 8$

Enstatit enthält weniger als 5% FeO, Bronzit 5—13%, Hypersthen mehr als 13%. Über die Änderung der Zelldimensionen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung vgl. H. H. Hess[4]). **Bastit** oder **Schillerspat** werden Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit genannt.

[1]) A. Byström, Ber. D. Keram. Ges. **24**. 1943. 2 (Struktur, SR. **9**. 254; Strukturvarianten).
[2]) K. Takané, Proc. Tohoku Imp. Acad. **8**. 1932. 308 (Struktur, SB. **2**. 134, 530).
[3]) B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **75**. 1930. 1 (Struktur, SB. **2**. 134. 530). — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 30.
[4]) H. H. Hess, Am. Journ. Sci. 1952. 173.

Amphibol-Familie

Für die Amphibole gibt es ebenso wie für die Pyroxene einen monoklinen und einen rhombischen Strukturtypus, von denen der rhombische aus dem monoklinen durch Raumgitter-Verzwillingung nach (100) entstanden zu denken ist. Der rhombische Typus umfaßt Anthophyllit und Gedrit; eine eigentliche Isodimorphie zur monoklinen Cummingtonitreihe soll (nach Rabbit 1948) nicht bestehen.

3.) Klinoamphibole.

Monoklin-prismatisch, C_{2h}^3—C2/m. Isotypie. Es sind zwei nicht leicht unterscheidbare und schon oft verwechselte Aufstellungen im Gebrauch. Zu bevorzugen ist diejenige von Tschermak-Mügge-Dana*)-Warren mit dem Achsenverhältnis für Hornblende $a : b : c = 0{,}55108 : 1 : 0{,}29376$ und $\beta = 106°02'$. Es ist dann wie bei Diopsid c(001) Gleitfläche, die optischen Achsen Z liegen im stumpfen Winkel β, der flächenreiche Quadrant im spitzen Winkel β; außerdem sind in regelmäßigen Verwachsungen von Pyroxen und Amphibol beide einheitlich orientiert. Die Aufstellung der

Amphibole ist meist nur mit Hilfe der Ätzfiguren oder einer optischen Untersuchung feststellbar. Wegen unbekannter Orientierung sind manche Werte

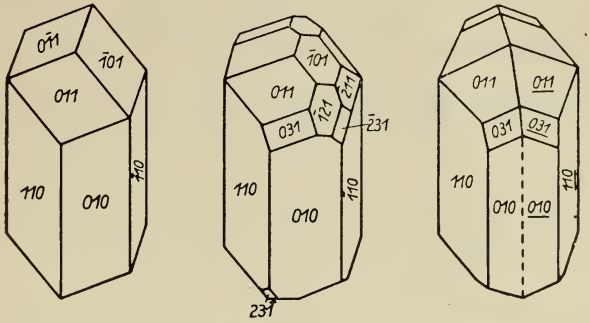


Fig. 69. Hornblende. Aufstellung Tschermak-Mügge.

a_0 als fraglich zu bezeichnen. Formeln und Einteilung bedürfen dringend der Überprüfung.

Die Si-reichen Amphibole

3a) Cummingtonit-Reihe (arm an Ca und Alkalien).

„Kupferit" (hypothetisch) $Mg_7[OH\,|\,Si_4O_{11}]_2$ — — —

Cummingtonit (Grunerit)[1a] $(Fe, Mg)_7[OH\,|\,Si_4O_{11}]_2$ $a_0 = 9{,}95$ $b_0 = 18{,}26$ $c_0 = 5{,}34$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}545 : 1 : 0{,}292$
$\beta = 109°34'$ $Z = 2$

Amosit Formel ähnlich Cummingtonit oder Aktinolith
$a_0 = 9{,}89$ $b_0 = 18{,}26$ $c_0 = 5{,}30$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}542 : 1 : 0{,}290$
$\beta = 110°$ $Z = 2$

Dannemorit ist ein Mn-haltiger Cummingtonit, **Tirodit** ein Mg-Mn-Amphibol mit etwa 8% MnO. Amosit gehört vielleicht in die folgende Reihe.

*) Bei Dana (1892) irrtümlich als Aufstellung Nordenskiöld-Kokscharow bezeichnet.
[1]) Nach Johansson, Z. Krist. **73**. 1930. 31; hier umgerechnet für die Tschermaksche Aufstellung. – B. E. Warren, Z. Krist. **72**. 1930. 493 (Struktur, SB. **2**. 131). – Vgl. R. G. Wayland, Am. Min. **21**. 1936. 607.
[1a]) B. Mason, Am. Min. **38**. 1953. 862.
[2]) R. J. Garrod & C. S. Rann, Acta Cryst. **5**. 1952. 285. – Nach Rabbitt (1948) identisch mit Aktinolith.

3b) Tremolit-Reihe (Ca-führend, arm an Alkalien).

Tremolit (Grammatit-Strahlstein) $Ca_2(Mg, Fe)_5[OH\,|\,Si_4O_{11}]_2$
$a_0 = 9{,}80$ $b_0 = 17{,}8$ $c_0 = 5{,}27$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}551 : 1 : 0{,}296$ $\beta = 106°02'$ $Z = 2$

Aktinolith $Na_2Ca_4(Mg, Fe)_{10}[(OH)_2O_2 \mid Si_{16}O_{44}]$
(Alkalihaltiger Strahlstein) $a_0 = 9{,}89$ $b_0 = 18{,}14$ $c_0 = 5{,}31$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}545 : 1 : 0{,}293$ $\beta = 105°48'$ $Z = 1$

Tonerdehaltiger Strahlstein $NaCa_3AlMg_{10}[(OH)_3O \mid AlSi_{15}O_{44}]$

Richterit $(Na, K)_{2-3}Ca_{2-3}Mn_{1-2}Mg_{10}[(O, OH)_4 \mid (Al, Fe^{\cdots})_{0-1}Si_{15-16}O_{44}]$
$a : b : c = 0{,}5499$ (?) $: 1 : 0{,}2854$ $\beta = 104°14'$ (?)

Synthetisch kennt man einen Fluor-Tremolit, $Ca_2Mg_5[F \mid Si_4O_{11}]_2$, mit $a_0 = 9{,}78$, $b_0 = 18{,}01$, $c_0 = 5{,}27$, $\beta = 104°31'$[3]), sowie einen Fluor-Richterit, $Na(Ca, Na)Mg_5[F \mid Si_4O_{11}]_2$, mit $a_0 = 9{,}82$, $b_0 = 17{,}96$, $c_0 = 5{,}27$, $\beta = 104°20'$.[3a])

---

[1]) B. E. Warren, Z. Krist. **72**. 1930. 42 (Struktur, SB. **2**. 131). – Vgl. K. Johansson, Z. Krist. **73**. 1930. 31.
[2]) J. Zussman, Acta Cryst. **8**. 1955. 301 (Struktur).
[3]) J. E. Comeforo & J. A. Kohn, Am. Min. **39**. 1954. 537. – [3a]) Am. Min. **40**. 1955. 410.

3c) Riebeckit-Reihe (Mg-arme Alkaliamphibole).

Riebeckit $(Na, K)_{4-6}Ca_{0-1}Mg_{0-2}Fe^{\cdot\cdot}_{3-8}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{0-6}[(O, OH)_4 \mid Al_{0-1}Si_{15-16}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}90$ (?) $b_0 = 18{,}14$ $c_0 = 5{,}32$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}546 : 1 : 0{,}293$ $\beta = 103°30'$ (?) $Z = 1$

Osannit $Na_4(K, Ca)_{0-1}Fe^{\cdot\cdot}_6Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[(OH)_4 \mid (Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{0-1}Si_{15-16}O_{44}]$
$a_0 = 10{,}00$ $b_0 = 18{,}06$ $c_0 = 5{,}34$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}554 : 1 : 0{,}296$ $\beta = 107°34'$ $Z = 1$

Arfvedsonit $Na_5Ca(Fe^{\cdot\cdot}, Mg, Ti)_7Fe^{\cdot\cdot}_3[(OH)_4 \mid (Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})Si_{15}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}89$ (?) $b_0 = 18{,}35$ $c_0 = 5{,}34$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}539 : 1 : 0{,}291$ $\beta = 104°15\frac{1}{2}'$ (?) $Z = 1$

Eckermannit $Na_8Mg_4Al_2Fe_2[(O, OH, F)_4 \mid Si_{16}O_{44}]$

Szechenyit ist chemisch dem Arfvedsonit ähnlich, weicht aber optisch stark davon ab. Hierher gehören vielleicht auch **Winchit, Imerinit, Juddit** und **Chiklit**[4]); sie enthalten viel Mn und wenig Al.

---

[1]) N. N.
[2]) J. Jakob & E. Brandenberger, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **11**. 1931. 140.
[3]) B. Goßner & F. Spielberger, Z. Krist. **72**. 1929. 111.
[4]) S. A. Bilgrami, Min. Mag. **30**. 1955. 633.

3d) Glaukophan-Reihe (Mg-reichere Alkaliamphibole).

Glaukophan $Na_4Mg_{3-6}Fe^{\cdot\cdot}_{2-3}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{0-0,5}Al_{3,5-4}[(OH)_4 \mid Al_{0-0,5}Si_{15,5-16}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}74$ (?) $b_0 = 18{,}02$ $c_0 = 5{,}38$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}541 : 1 : 0{,}299$ $\beta = 104°10'$(?) $Z = 1$

Crossit $Na_4Ca_{0-1}Mg_{3-4}Fe^{\cdot\cdot}_{2-3}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_4[(OH)_4 \mid Si_{16}O_{44}]$

Krokydolith (Asbest z. T.) $(Na, K, Ca)_{3-4}Mg_6Fe^{\cdot\cdot}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_{3-4}[(OH)_4 \mid Si_{16}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}89 \quad b_0 = 17{,}95 \quad c_0 = 5{,}31$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}551 : 1 : 0{,}296 \quad \beta = 107°30' \quad Z = 1$

Torendrikit $Na_{3-3,5}CaMg_{6-7}Fe^{\cdot\cdot}_2(Fe, Al)_{3-4}[O_4 \mid Si_{16}O_{44}]$

Holmquistit $Li_3Mg_5Fe^{\cdot\cdot}_{1-2}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2Al_2[(OH)_4 \mid Si_{16}O_{44}]$

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **58**. 1928. 213.
[2]) E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **2**. 1949. 312 (Struktur, SR. **12**. 266). — Vgl. R. J. Garrod & C. S. Rann, Acta Cryst. **5**. 1952. 285.

Die Si-armen Amphibole.

3e) Reihe der basaltischen Hornblenden.

Basaltische Hornblende (Hexabolit, Lamprobolit)
$(Na, K)_{2-3}Ca_4Mg_{4-6}Fe_{1-3}Ti_{0-2}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_{2-3}[(O, OH)_4 \mid Al_4Si_{12}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}96$ (?) $\quad b_0 = 18{,}42 \quad c_0 = 5{,}37$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}541 : 1 : 0{,}292 \quad \beta = 105°45' \quad Z = 1$

Kaersutit $(Na, K)_{2-3}Ca_4Mg_{4-6}Fe_{1-3}Ti_{0-2}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_{2-3}[(O, OH)_4 \mid Al_4Si_{12}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}87$ (?) $\quad b_0 = 18{,}21 \quad c_0 = 5{,}40$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}542 : 1 : 0{,}297 \quad \beta = 105°45' \quad Z = 1$

Barkevikit $(Na, K)_{2-3}Ca_4Mg_{4-6}Fe_{1-3}Ti_{0-2}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_{2-3}[(O, OH)_4 \mid Al_4Si_{12}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}94$ (?) $\quad b_0 = 18{,}34 \quad c_0 = 5{,}34$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}542 : 1 : 0{,}291 \quad \beta = 105°45' \quad Z = 1$

Edenit $(Na, K)Ca_{4-5}Mg_{8-7}Fe^{\cdot\cdot}_{0-2}(Al, Fe, Ti)_{1-2}[(OH, O)_4 \mid Al_4Si_{12}O_{44}]$

Taramit $Na_{2-3}Ca_{2-3}Mg_{5-4}Fe_{2-3}(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Ti)_2[(OH, F)_4 \mid (Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_2Si_{14}O_{44}]$

Die Formeln von **Hastingsit, Hudsonit** und manchen Barkevikiten entsprechen der basaltischen Hornblende, jedoch mit $Mg > Fe^{\cdot\cdot}$. **Pargasit** ist z. T. Edenit, z. T. gemeine Hornblende. **Katophorit** und **Anophorit** sollen zwischen Arfvedsonit und Barkevikit bzw. basaltischer Ti-reicher Hornblende stehen; **Magnophorit** ist angeblich ein KMg-Katophorit. Synthetisch ist ein Fluor-Edenit, $NaCa_2Mg_5[F \mid Si_{3,5}Al_{0,5}O_{11}]$, mit $a_0 = 9{,}85$, $b_0 = 18{,}00$, $c_0 = 5{,}28$, $\beta = 104°50'$ bekannt[3]).

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **58**. 1928. 213.
[2]) B. Goßner & F. Spielberger, Z. Krist. **72**. 1929. 111.
[3]) J. A. Kohn & J. E. Comeforo, Am. Min. **40**. 1955. 410.

f) Reihe der „gemeinen Hornblenden".

„Gemeine Hornblende"
$(Na, K)_{0,5-2}Ca_{3-4}Mg_{3-8}Fe^{\cdot\cdot}_{2-4}(Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_2[(OH)_4 \mid Al_{2-4}Si_{14-12}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}96$ (?) $\quad b_0 = 18{,}42 \quad c_0 = 5{,}37$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}541 : 1 : 0{,}292 \quad \beta = 105°45' \quad Z = 1$

Karinthin[1]) $(Na, K)Ca_{2-3}Mg_8Fe^{\cdot\cdot}_{1-2}(Al, Fe, Ti)_2[(OH)_4 \mid Al_{3-4}Si_{13-12}O_{44}]$
$a_0 = 9{,}86 \quad b_0 = 17{,}99 \quad c_0 = 5{,}30$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}548 : 1 : 0{,}295 \quad \beta = 105°35'$

Barroisit $(Na, K)_{.8}(Ca, Na)_{2.0}(Mg_{2.6}Fe^{\cdot\cdot}_{1.2}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{.1}Al_{.9}Ti_{.2})_{5.0}[(OH, O)_2 \mid Si_{6.5}Al_{1.5}O_{22}]$

$a_0 = 9{,}80 \quad b_0 = 18{,}04 \quad c_0 = 5{,}33$

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}543 : 1 : 0{,}295 \quad \beta = 104°39'$[2])

Nephrit ist dichter Aktinolith oder auch Anthophyllit; **Amianth** und **Byssolith** sind faserige Amphibole, d. h. Hornblendeasbeste.

Uralite sind durch Umwandlung aus Pyroxenen entstandene Amphibole von der mittleren Zusammensetzung $Ca_4Mg_6Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{3-4}[(OH, O)_4 \mid (Al, Fe)_2Si_{14}O_{44}]$.

[1]) Umfaßt nach Angel die in braunen bzw. braungrünen Farben pleochroitischen Hornblenden der Eklogite.

[2]) H. Heritsch, P. Paulitsch & E.-M. Walitzi, Österr. Akad. Wiss. 1956. 83.

4.) Anthophyllit-Reihe (Orthoamphibole). Rhombisch-dipyramidal, D_{2h}^{16}—Pnma. Isotypie. Mg kann bis zu 50 % durch Fe ersetzt sein; bei höheren Fe-Gehalten tritt die monokline Cummingtonit-Phase auf.

Anthophyllit $(Mg, Fe)_7[OH \mid Si_4O_{11}]_2 \quad a_0 = 18{,}56 \quad b_0 = 18{,}08 \quad c_0 = 5{,}28$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}027 : 1 : 0{,}292 \quad Z = 4$

Gedrit $(Mg, Fe)_6(Al, Fe)[OH \mid (Si, Al)_4O_{11}]_2$

$a : b : c = 1{,}0458 : 1 : 0{,}217$

Bedenit, $Ca_2(Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_5[OH \mid (Si, Al)_4O_{11}]_2$, kristallisiert angeblich rhombisch und tritt in weißen asbestartigen Aggregaten auf.

[1]) K. Johansson, Z. Krist. **73**. 1930. 31. — B. E. Warren & D. J. Modell, Z. Krist. **75**. 1930. 161 (Struktur, SB. **2**. 137). — Vgl. J. C. Rabbitt, Am. Min. **33**. 1948. 263. — T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 42 (Struktur, SR. **13**. 377).

5.) Aenigmatit-Gruppe.

Die Gitterkonstanten a_0 und b_0 sind praktisch gleich groß, c_0 doppelt so groß wie die entsprechenden Konstanten der rhombischen Amphibole.

Aenigmatit $(Na, Ca)(Fe^{\cdot\cdot}, Ti, Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_5[O_3 \mid Si_4O_{11}]$ (?) Triklin

$a_0 = 18{,}3 \quad b_0 = 18{,}3 \quad c_0 = 10{,}6$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}00 : 1 : 0{,}58$

$\alpha = 96°38' \quad \beta = 96°35' \quad \gamma = 113°21' \quad Z = 6$

Das Verhältnis Fe : Ti : (Al, $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$) ist im Aenigmatit gleich 5 : 1 : 1. **Cossyrit** ist ein Aenigmatit mit mehr $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$; **Rhönit** enthält noch mehr ($Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, Al) sowie Mg und Ca, kristallisiert triklin mit hornblendeartiger Spaltbarkeit. **Hainit,** triklin, ist ein nadeliges Na, Ca, Ti, Zr-Silikat von nicht genau bekannter Zusammensetzung.

[1]) B. Goßner und F. Mußgnug, Zbl. Min. 1929. 5.

6.) Rhodonit-Gruppe. Homöotypie.

Auf Grund ähnlicher Gitterkonstanten ist eine gewisse Verwandtschaft zu Wollastonit vorhanden (s. folgende Gruppe); Strukturformeln können nicht mit Sicherheit angegeben werden.

Rhodonit (Mn, Fe, Ca)[SiO_3] Triklin-pinakoidal
$a_0 = 7{,}79$ $b_0 = 12{,}47$ $c_0 = 6{,}75$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}625 : 1 : 0{,}541$
$\alpha = 85°10'$ $\beta = 94°04'$ $\gamma = 111°29'$
$Z = 10$

Babingtonit $(Ca, Fe^{"}, Fe^{'''})_{<1}[SiO_3]$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 7{,}56$ $b_0 = 12{,}45$ $c_0 = 6{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}607 : 1 : 0{,}541$
$\alpha = 86°12'$ $\beta = 93°51'$ $\gamma = 112°22'$
$Z = 10$

Pyroxmangit (Mn, Fe)[SiO_3] Triklin
$a_0 = 7{,}50$ $b_0 = 17{,}2$ $c_0 = 6{,}82$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}436 : 1 : 0{,}397$
$\alpha = 82°48'$ $\beta = 94°20'$ $\gamma = 113°17'$
$Z = 15$ (?)

Rhodonit enthält meistens etwas Ca; **Fowlerit** ist ein Rhodonit mit Gehalten an Fe, Ca, Zn und Mg. „Eisenrhodonit", aus Schlacken, ist nach Perutz (1937) identisch mit Pyroxmangit. Babingtonit besitzt einen geringen H-Gehalt, wohl infolge von Hydrolyse. **Hsihutsunit** ist eine Mg-haltige Varietät von Rhodonit.

---

[1]) M. Perutz, Min. Mag. **24**. 1937. 573. – Vgl. B. Goßner & K. Brückl, Zbl. Min. 1928. 316. – Nach W. E. Richmond, Am. Min. **27**. 1942. 563: $a_0 = 6{,}66$ $b_0 = 7{,}87$ $c_0 = 12{,}18$; $\alpha = 91°38'$ $\beta = 114°53\frac{1}{2}'$ $\gamma = 96°38'$.

[2]) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1928. 274. – Nach W. E. Richmond, Am. Min. **22**. 1937. 630: $a_0 = 7{,}40$, $b_0 = 11{,}54$, $c_0 = 6{,}62$, $\alpha = 91°48'$ $\beta = 93°48'$ $\gamma = 103°54'$.

[3]) M. Perutz 1937, l. c. für „Eisenrhodonit".

7.) Wollastonit-Parawollastonit-Xonotlit-Gruppe. Homöotypie.

Vom $CaSiO_3$ sind bisher die drei Modifikationen Wollastonit, Parawollastonit und Pseudowollastonit bekannt geworden. Die Strukturen der beiden letzteren bestehen nach E. Thilo und Mitarbeitern*) aus Tetraederketten, wobei nach Jeffery**) offenbar niedrig symmetrische einheitliche Bauelemente in verschiedenem Ordnungszustand vorliegen (Raumgitterverzwillingung?).

a) Wollastonit-Reihe. Isotypie.

Wollastonit ($<1126°C$) α-$CaSiO_3$ Triklin
$a_0 = 7{,}90$ $b_0 = 7{,}28$ $c_0 = 7{,}04$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}085 : 1 : 0{,}967$
$\alpha = 90°00'$ $\beta = 95°16'$ $\gamma = 103°25'$
$Z = 6$

Bustamit $CaMn[SiO_3]_2$ Triklin
$a_0 = 7{,}66$ $b_0 = 7{,}17$ $c_0 = 6{,}88$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}068 : 1 : 0{,}960$
$\alpha = 92°08'$ $\beta = 94°54^1/_2'$ $\gamma = 101°35'$
$Z = 3$

Pektolith $Ca_2NaH[SiO_3]_3$ Triklin
$a_0 = 7{,}93$ $b_0 = 7{,}09$ $c_0 = 7{,}06$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}118 : 1 : 0{,}996$
$\alpha = 90°00'$ $\beta = 95°10'$ $\gamma = 103°00'$
$Z = 2$

Schizolith $(Ca, Mn)_2NaH[SiO_3]_3$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 8{,}11$ $b_0 = 7{,}25$ $c_0 = 7{,}06$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}119 : 1 : 0{,}974$
$\alpha = 90°00'$ $\beta = 95°22'$ $\gamma = 101°06'$
$Z = 2$

Serandit $(Mn,Ca)_2NaH[SiO_3]_3$ Triklin-pinakoidal
Isomorph mit Pektolith-Schizolith[4a])

Schizolith ist nach W. T. Schaller (1955) lediglich eine Varietät von Pektolith.

b)

Parawollastonit α'-$CaSiO_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 15{,}36$ $b_0 = 7{,}29$ $c_0 = 7{,}08$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}107 : 1 : 0{,}971$
$\beta = 95°24^1/_2'$ $Z = 12$

Pseudowollastonit ($> 1126°$ C) β-$CaSiO_3$ Triklin-pseudohexagonal
$a_0 = 6{,}90$ $b_0 = 11{,}78$ $c_0 = 19{,}65$[6])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}586 : 1 : 1{,}668$
$\alpha = \gamma = 90°$ $\beta = 90°48'$ $Z = 24$

c) Anhang:

Xonotlit $Ca_6[(OH)_2 \mid Si_6O_{17}]$ Monoklin
$a_0 = 8{,}57$ $b_0 = 7{,}35$ $c_0 = 7{,}04$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}166 : 1 : 0{,}958$
$\beta \sim 90°$ $Z = 2$

Scawtit $6Ca[SiO_3] \cdot CaCO_3 \cdot 2H_2O$
Monoklin
$a_0 = 6{,}61$ $b_0 = 15{,}22$ $c_0 = 10{,}98$[8])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}434 : 1 : 0{,}721$
$\beta = 115°24'$ $Z = 2$

Alamosit $Pb[SiO_3]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^4—P 2/c
$a_0 = 11{,}28$ $b_0 = 7{,}03$ $c_0 = 13{,}06$[9])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}605 : 1 : 1{,}858$
$\beta = 120°$ $Z = 12$

Margarosanit, $(Ca, Pb, Mn)SiO_3$, ist triklin mit $a : b : c = 0{,}7500 : 1 : 1{,}2849$, $\alpha = 74°37'$, $\beta = 50°28'$, $\gamma = 78°53'$.

Jurupait ist mit Xonotlit identisch[7a]). Bei der Entwässerung von Xonotlit entsteht bei 775—800° C Parawollastonit, zu dem eine enge strukturelle Verwandtschaft besteht[7b]). **Miserit**, früher Natroxonotlit, vielleicht $Ca_5(KH)[SiO_3]_6 \cdot H_2O$, gibt ein von Xonotlit, Pektolith und Wollastonit abweichendes Pulverdiagramm. **Juxporit**, ursprünglich als ein Na- und K-haltiger Pektolith aufgefaßt, hat sich röntgenographisch als nicht damit identisch erwiesen[10]). **Jusit**[11]), (Ca, KH, NaH) (Si, AlH)$O_3 \cdot H_2O$, wahrscheinlich monoklin mit $c_0 = 7{,}36$ (Faserachse), sowie **Istisuit**[12]), etwa (Ca, NaH) (Si, AlH)O_3, monoklin, sind wohl gleichfalls mit den Mineralien der Wollastonit- Gruppe verwandt.

---

*) E. Thilo & J. Plaetschke, Z. Anorg. Chem. **260**. 1949. 297. – K. Dornberger-Schiff, F. Liebau & E. Thilo, Naturw. **41**. 1954. 551; Acta Cryst. **8**. 1955. 752.

) J. W. Jeffery, Acta Cryst. **6. 1953. 821.

[1]) B. E. Warren & J. Biscoe, Z. Krist. **80**. 1931. 391. – T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 93 (Struktur, SR. **13**. 359).

[2]) H. Berman & F. A. Gonyer, Am. Min. **22**. 1937. 215.

[3]) B. E. Warren & J. Biscoe 1931, l. c. – M. J. Buerger, Proc. Nat. Acad. Sci. **42**. 1956. 113, Z. Krist. **108**. 1956. 248 (Struktur).

[4]) T. Ito, Z. Krist. **100**. 1939. 437. — [4a]) W. T. Schaller, Am. Min. **40**. 1955. 1022.

[5]) M. Barnick, Naturw. **23**. 1935. 770. – Strukturbericht **4**. 207.

[6]) J. W. Jeffery & L. Heller, Acta Cryst. **6**. 1953. 807, an synthetischem Material; als Mineral in metamorphem Gestein SW-Persiens (McLintock 1932).

[7]) H. Berman in Ch. Palache, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper **180**. 1935. — S. Mamedow & N. V. Below, Doklady Akad. Wiss. USSR **104**. 1955 (Struktur). — Akad. Wiss. USSR **85**. 1956. 13 (Struktur).

[7a]) H. F. W. Taylor, Am. Min. **39**. 1954. 682; Min. Mag. **30**. 1954. 338. – [7b]) L. S. Dent & H. F. W. Taylor, Acta Cryst. **9**. 1956. 1002.

[8]) J. D. McConnell, Am. Min. **40**. 1955. 510 (Aufstellung C. E. Tilley 1930), andere Aufstellung: $a_0 = 6{,}64$, $b_0 = 15{,}22$, $c_0 = 10{,}18$, $\beta = 100°48'$. – Vgl. J. Murdoch, Bull. Geol. Soc. Am. **65**. 1954. 1347; Am. Min. **40**. 1955. 505.

[9]) A. L. Mackay, Am. Min. **37**. 1952. 1064.

[10]) C. Minguzzi, Z. Krist. **104**. 1942. 417.

[11]) I. Gramling-Mende & G. Leopold, N. Jb. Min. Mh. 1943. 178.

[12]) M. A. Kachkay & A. I. Mamedow, Doklady Akad. Wiss. USSR 1955. 21.

8.) Tobermorit-Reihe. $Ca(O,OH)_6$-Oktaeder bilden offenbar gemeinsam mit Si_3O_9-Ketten Schichten, deren Abstände durch Eintritt von H_2O aufgeweitet und durch Austritt kontrahiert werden können. Die Strukturformel ist noch nicht ganz gesichert.

Riversideit $Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 2\,H_2O$ — — $c_0 \sim 19.2$[1])

Tobermorit $Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 4H_2O$ Rhombisch-disphenoidisch $D_2^5 - C222_1$
$a_0 = 11{,}3$ $b_0 = 7{,}33$ $c_0 = 22{,}6$
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}542 : 1 : 3{,}083$ $Z = 4$[1])

Plombierit $Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 6H_2O$ — — $c_0 \sim 29{,}2$[1])

Riversideit soll nach Taylor[2]) ein Gemenge von Tobermorit und Wilkeit sein, nach McConnell (1954) jedoch ein teilweise entwässerter Tobermorit.

Anhang:

Okenit $CaH_2[Si_2O_6] \cdot H_2O$ Triklin
$a_0 = 9{,}84$ $b_0 = 7{,}20$ $c_0 = 21{,}33$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}367 : 1 : 2{,}962$
$\alpha = 90°00'$ $\beta = 103°54'$ $\gamma = 111°30'$
$Z = 9$

Nekoit $CaH_2[Si_2O_6] \cdot H_2O$ Triklin
$a_0 = 7{,}60$ $b_0 = 7{,}32$ $c_0 = 9{,}86$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}038 : 1 : 1{,}347$
$\alpha = 111°48'$ $\beta = 86°12'$ $\gamma = 103°54'$
$Z = 3$

Okenit und Nekoit sind faserig nach b[010].

---

[1]) J. D. C. McConnell, Min. Mag. **30**. 1954. 293. — H. D. Megaw & C. H. Kelsey, Science **177**. 1956. 390 (Strukturschema).
[2]) H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 155.
[3]) J. A. Gard & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **31**. 1956. 5.

9.) Karpholith-Ramsayit-Gruppe. Heterotypie. Die Strukturen sind für Ferrokarpholith-Karpholith, Ramsayit und Bertrandit bekannt.

Ferrokarpholith $FeAl_2[(OH)_4 | Si_2O_6]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{22}—Ccca
$a_0 = 13{,}77$ $b_0 = 20{,}18$ $c_0 = 5{,}11$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}682 : 1 : 0{,}253$ $Z = 8$

Karpholith $MnAl_2[(OH)_4 | Si_2O_6]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{22}—Ccca
$a_0 = 13{,}86$ $b_0 = 20{,}13$ $c_0 = 5{,}12$[1a])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}6885 : 1 : 0{,}2485$

Taramellit $BaFe'''[OH | Si_2O_6]$ Rhombisch
C_{2v}^7—$Pmn2_1$ oder D_{2h}^{13}—Pmnm
$a_0 = 13{,}95$ $b_0 = 7{,}05$ $c_0 = 12{,}01$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}979 : 1 : 1{,}704$ $Z = 8$

Ramsayit $Na_2Ti_2[O_3 | Si_2O_6]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{14}-Pnca
$a_0 = 14{,}54$ $b_0 = 8{,}75$ $c_0 = 5{,}23$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}662 : 1 : 0{,}598$ $Z = 4$

Inesit $Ca_2Mn_7H_2[SiO_3]_{10} \cdot 5H_2O$ Triklin-pinakoidal
$a_0 = 8{,}91$ $b_0 = 9{,}16$ $c_0 = 12{,}16$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}973 : 1 : 1{,}327$
$\alpha = 87°38^1/_2'$ $\beta = 132°30'$
$\gamma = 97°05^1/_2'$

Bertrandit $Be_4[(OH)_2 \mid SiO_4 \mid SiO_3]$ Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{12}—$Ccm2_1$
$a_0 = 15{,}22$ $b_0 = 8{,}69$ $c_0 = 4{,}54$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}751 : 1 : 0{,}522$ $Z = 4$

Lorenzenit ist eine Varietät von Ramsayit, dessen Ti zu ca. 20% durch Zr ersetzt ist (Gerasimowski 1935), $a_0 = 14{,}53$, $b_0 = 8{,}78$, $c_0 = 5{,}24$[3]).

[1]) W. P. de Roever, Am. Min. **36**. 1951. 736. – C. H. MacGillavry, W. L. Korst, E. J. Weichel Moore & H. J. van der Plas, Acta Cryst. **9**. 1956. 773 (Struktur).
[1a]) H. Strunz, Z. Krist. **98**. 1938. 60. – Acta Cryst. **10**. 1957.
[2]) F. Mazzi, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 354.
[3]) O. Kraus & F. Mußgnug, Naturw. **29**. 1941. 182. — N. V. Below & L. M. Belyaew, Doklady Akad. Wiss. USSR **69**. 1949. 805 (Struktur mit Ketten Si_2O_6; SR. **12**. 283). — R. F. Shurtz, Am. Min. **40**. 1955. 335 (Lorenzenit, $a_0 = 14{,}42$, $b_0 = 8{,}66$, $c_0 = 5{,}18$).
[4]) W. E. Richmond, Am. Min. **27**. 1942. 563.
[5]) T. Ito & J. West, Z. Krist. **83**. 1932. 384 (Struktur, SB. **2**. 141).

E.) Abteilung der Phyllosilikate (Schichtstrukturen)

1.) Euklas-Eudidymit-Gruppe.

Euklas $Al[BeSiO_4OH]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$
$a_0 = 4{,}63$ $b_0 = 14{,}27$ $c_0 = 4{,}76$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}324 : 1 : 0{,}334$ $\beta = 100°16'$
$Z = 4$

Eudidymit $Na[BeSi_3O_7OH]$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 12{,}64$ $b_0 = 7{,}38$ $c_0 = 14{,}02$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}713 : 1 : 1{,}900$ $\beta = 103°43'$
$Z = 8$

Epididymit $Na[BeSi_3O_7OH]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pnam$
$a_0 = 12{,}73$ $b_0 = 7{,}34$ $c_0 = 13{,}65$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}734 : 1 : 1{,}860$ $Z = 8$

Euklas besitzt eine vollkommene Spaltbarkeit nach b(010). Eudidymit ist tafelig sowie lamellar verzwillingt nach der Basis; er spaltet ebenso wie Epididymit nach c(001). Die strukturellen und morphologischen Achsen stehen zueinander in folgender Beziehung: Eudidymit $a_0 = a$, $b_0 = b$, $c_0 = {}^1/_2(a + 3c)$;

Epididymit $a_0 = a$, $b_0 = b$, $c_0 = 2c$. Die Struktur von Epididymit entsteht aus derjenigen von Eudidymit durch eine Art innere Verzwillingung nach c(001).

---

[1]) J. Biscoe & B. E. Warren, Z. Krist. **86**. 1933. 292 (Struktur, SB. **3**. 148). – Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **70**. 1929. 171.

[2]) W. H. Zachariasen, Norsk. Geol. Tidsskr. **10**. 1929. 449. – T. Ito, Am. Min. **32**. 1947. 442 (Struktur, SR. **11**. 466). – Vgl. B. Goßner & O. Kraus, Zbl. Min. 1929. 257.

[3]) W. H. Zachariasen 1929, l. c. – T. Ito, Z. Krist. **88**. 1934 (Struktur, SB. **3**. 153).

2.) Gillespit-Apophyllit-Gruppe.

Gillespit (A. Pabst 1943), Sanbornit (Douglas 1954) und Apophyllit (W. H. Taylor und St. Náray-Szabó 1931) besitzen Schichtstrukturen mit SiO_4-Tetraedern in Viererringen; a_0 von Narsarsukit ist ähnlich $d[110] = 10{,}6$ Å von Gillespit, und c_0 von Narsarsukit ist gerade halb so groß wie c_0 von Gillespit bzw. Apophyllit.

Gillespit $BaFe[Si_4O_{10}]$ Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^8 - P4/ncc$
$a_0 = 7{,}51$ $c_0 = 16{,}07$ $c_0/a_0 = 2{,}141$ $Z = 4$[1])

Sanbornit $Ba_2[Si_4O_{10}]$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{16} - Pcmn$
$a_0 = 4{,}63$ $b_0 = 7{,}69$ $c_0 = 13{,}53$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}602 : 1 : 1{,}759$ $Z = 4$[2])

Narsarsukit $Na_2(Ti,Fe)[(O,OH,F) \mid Si_4O_{10}]$
Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^5 - I4/m$
$a_0 = 10{,}80$ $c_0 = 8{,}01$ $c_0/a_0 = 0{,}742$ $Z = 4$[3])

Apophyllit $KCa_4[F \mid (Si_4O_{10})_2] \cdot 8\,H_2O$
Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^6 - P4/mnc$
$a_0 = 9{,}02$ $c_0 = 15{,}8$ $c_0/a_0 = 1{,}752$ $Z = 2$[4])
$c/a = 1{,}2515$

Wohl isotyp mit Gillespit sind die synthetischen Verbindungen $CaCu[Si_4O_{10}]$ ($a_0 = 7{,}30$, $c_0 = 15{,}12$), $SrCu[Si_4O_{10}]$ ($a_0 = 7{,}37$, $c_0 = 15{,}57$) und $BaCu[Si_4O_{10}]$ ($a_0 = 7{,}44$, $c_0 = 16{,}11$)[5]).

---

[1]) A. Pabst, Am. Min. **28**. 1943. 372 (Struktur, SR. **9**. 249).

[2]) R. M. Douglass, Am. Min. **40**. 1955. 313 (Struktur).

[3]) B. Goßner & H. Strunz, Z. Krist. **82**. 1932. 150. – B. E. Warren & C. R. Amberg, Am. Min. **19**. 1934. 546.

[4]) W. H. Taylor & St. Náray-Szabó, Z. Krist. **77**. 1931. 146 (Struktur, SB. **2**. 145).

[5]) A. Pabst, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954. 17.

Einschaltung:

Synthetisch β-$Na_4[Si_4O_{10}]$ Monoklin-pseudohexagonal $C_{2h}^5 - P2_1/a$
$a_0 = 12{,}26$ $b_0 = 4{,}80$ $c_0 = 8{,}07$
$\beta = 104°18'$ $Z = 4$[1])

Diese Verbindung bildet sechsseitige Plättchen und enthält $[Si_4O_{10}]$-Schichten[1]). Ob auch die „Disilikate" $Li_2[Si_2O_5]$ (Kracek 1930), α- und γ-$Na_2[Si_2O_5]$ (G. & J. D. H. Donnay 1953) hierher gehören, ist nicht bekannt.

[1]) A. Grund, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 348; Bull. Soc. Franç. Min. **77**. 1954. 775 (Struktur).

3.) Pyrophyllit-Talk-Gruppe. Homöotypie.

Pyrophyllit $Al_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ Monoklin $C_{2h}^6 - C2/c$ oder $C_s^4 - Cc$
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}92$ $c_0 = 18{,}59$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}577 : 1 : 2{,}084$ $\beta = 99°55'$
$Z = 4$

Talk $Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ Monoklin $C_{2h}^6 - C2/c$ oder $C_s^4 - Cc$
$a_0 = 5{,}27$ $b_0 = 9{,}12$ $c_0 = 18{,}85$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}578 : 1 : 2{,}067$ $\beta = 100°00'$
$Z = 4$

Minnesotait $(Fe^{\cdot\cdot}, Mg, H_2)_3[(OH)_2 \mid (Si, Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_4O_{10}]$
Monoklin
$a_0 = 5{,}4$ $b_0 = 9{,}42$ $d_{(001)} = 19{,}14$ $\beta = ?$[2])

Agalmatolith oder **Bildstein** bedeutet eine dichte Varietät von Pyrophyllit, **Steatit** oder **Speckstein** eine dichte Varietät von Talk. Ein von Partridge (1943) aus dem Barberton-Distrikt beschriebenes Mineral entspricht vielleicht einem Nickeltalk. **Batchelorit** (Petterd 1910), angeblich $AlSiO_3OH$, ursprünglich als Pyrophyllit beschrieben, ist vielleicht ein Pyrophyllit mit einem Überschuß an Al, etwa $Al_{2.3}[(OH)_2 \mid Al_{0.9}Si_{3.1}O_{10}]$.

[1]) J. W. Gruner, Z. Krist. **88**. 1934. 412 (Struktur, SB. **2**. 159). – S. B. Hendricks, Z. Krist. **99**. 1938. 264 (Struktur, SB. **6**. 148).
[2]) J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 363.

4.) Glimmer-Gruppe.

4a) Muskovit-Reihe (dioktaedrisch).

Paragonit $NaAl_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}88$ $c_0 = 19{,}28$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}580 : 1 : 2{,}171$ $\beta \sim 94°$ $Z = 4$

Muskovit $KAl_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}19$ $b_0 = 9{,}04$ $c_0 = 20{,}08$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}574 : 1 : 2{,}221$ $\beta = 95°30'$ $Z = 4$

Glaukonit $(K, Ca, Na)_{<1}(Al, Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2[(OH)_2 \mid Al_{0,35}Si_{3,65}O_{10}]$
Monoklin
$a_0 = 5{,}25$ $b_0 = 9{,}09$ $c_0 = 20{,}07$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}578 : 1 : 2{,}208$ $\beta = 95°00'$ $Z = 4$

Seladonit $(K, Ca, Na)_{<1}(Al, Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2[(OH)_2 \mid Al_{0,11}Si_{3,89}O_{10}]$
Monoklin, identisch mit Glaukonit[3a]) (?)

Margarit (**Perlglimmer**) $CaAl_2[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}13$ $b_0 = 8{,}92$ $c_0 = 19{,}50$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}575 : 1 : 2{,}186$ $\beta = 100°48'$ $Z = 4$

Ephesit $(Na, Ca)Al_2[(OH)_2 \mid Al(Al, Si)Si_2O_{10}]$
Monoklin
$a_0 = 5{,}17$ $b_0 = 8{,}81$ $d_{(001)} = 9{,}72$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}587 : 1 : —$ $\beta \sim 100°$ $Z = 2$[5])

Roscoelith $KV_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$[6])
Gitterkonstanten zwischen Muskovit und Biotit.

Zu Muskovit gehören: **Sericit** = dichter Muskovit; **Pinit** = dichter Muskovit pseudomorph nach Cordierit; **Ferrimuskovit** = $KFe^{\cdots}Al[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$; **Phengit** = $K(Fe, Mg)Al[(OH, F)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}]$; **Alurgit** = phengitischer Muskovit mit geringem Gehalt an zweiwertigem sowie dreiwertigem Mangan[7]); **Öllacherit** (**Bariummuskovit**) = $(K, Ba)(Al, Mg)_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$, mit BaO-Gehalten bis zu 10%; **Chrommuskovit** (Fuchsit) = Muskovit mit Cr_2O_3 bis 4,8%, $a_0 = 5{,}19$, $b_0 = 8{,}99$, $c_0 = 19{,}98$[8]); gelegentlich tritt wohl auch Chrombiotit auf. **Skolit**, ungefähr $K(Mg, Fe^{\cdot\cdot}, Ca)(Al, Fe^{\cdots})_3H_4Si_6O_{20}$, ist mit Glaukonit angeblich eng verwandt oder vielleicht damit identisch.

---

[1]) H. Harder, Heidelberger Beitr. Min. Petr. **5**. 1956. 227.

[2]) W. W. Jackson & J. West, Z. Krist. **76**. 1931. 211; **85**. 1933. 160 (Struktur, SB. **2**. 143). – Vgl. L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA 1930. 123.

[3]) J. W. Gruner, Am. Min. **20**. 1935. 699. – E. Maegdefrau & U. Hofmann, Z. Krist. **98**. 1937. 31. – [3a]) K. N. Sawitsch-Zablotzky, Min. Sbornik, Geol. Ges. Lwow (Lemberg). **8**. 1954. 213.

[4]) Ch. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **186**. 1928. 879; 1131.

[5]) F. C. Phillips & J. D. Bernal, Min. Mag. **22**. 1931. 482.

[6]) R. C. Wells & W. W. Brannock, Bull. US Geol. Surv. **950**. 1946. 121. – E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Journ. Sci. **253**. 1955. 39.

[7]) E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Min. **40**. 1955. 983 (Schichtenfolge bei Alurgit, Mariposit, Phengit).

[8]) E. K. Lasarenko, Untersuchung d. Mineralstoffe, Staatl. Geol. Verlag USSR 1955.

4b) Biotit-Reihe (trioktaedrisch).

Phlogopit $KMg_3[(F, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}33$ $b_0 = 9{,}23$ $c_0 = 20{,}52$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}577 : 1 : 2{,}223$ $\beta = 100°12'$ $Z = 4$

Biotit $K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}31$ $b_0 = 9{,}23$ $c_0 = 20{,}36$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}575 : 1 : 2{,}206$ $\beta = 99°18'$ $Z = 4$

Siderophyllit $KFe_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Isotyp mit Biotit

Synthetisch $KFe_3^{\cdot\cdot}[(OH)_2 \mid Fe^{\cdot\cdot\cdot}Si_3O_{10}]$
Isotyp mit Biotit[1a])

Lepidolith
I. $KLi_2Al[(F, OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ (?)
II. $KLi_{1,5}Al_{1,5}[(F, OH, {}^1/_2O)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}21$ $b_0 = 8{,}97$ $c_0 = 20{,}16$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}581 : 1 : 2{,}248$ $\beta = 100°48'$ $Z = 4$

Zinnwaldit $KLiFe^{\cdot\cdot}Al[(F, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^6 - C2/c$
$a_0 = 5{,}27$ $b_0 = 9{,}09$ $c_0 = 20{,}14$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}580 : 1 : 2{,}216$ $\beta = 100°00'$ $Z = 4$

Bityit $CaLiAl_2[(OH)_2 \mid AlBeSi_2O_{10}]$
Monoklin-prismatisch C_{2h}^6-$C2/c$
$a_0 = 4{,}98$ $b_0 = 8{,}67$ $c_0 = 18{,}74$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}574 : 1 : 2{,}161$ $\beta \sim 90°$ $Z = 4$

Xanthophyllit $Ca(Mg, Al)_{3-2}[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ (?)
$a_0 = 5{,}22$ $b_0 = 9{,}04$ $c_0 = 9{,}99$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}577 : 1 : 1{,}105$ $\beta = 100°03'$ $Z = 2$

Manganphlogopite sind mit MnO-Gehalten bis zu 18% bekannt geworden; ein **Bariumphlogopit** von Mansjö in Schweden enthält 1,3% BaO.

Zu Biotit gehören: **Meroxen** = eisenarmer Biotit (die weitaus häufigste Varietät); **Lepidomelan** = sehr eisenreicher Biotit; **Manganophyllit** = manganreicher Biotit, mit MnO-Gehalten bis 18%; **Natronbiotit** = $(Na, K)(Al, Mg, Fe, Li)_{2-3}[(OH,F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$. **Titanbiotite** enthalten Ti für Al, der sog. **Wodanit** rund 12% TiO_2; in einem **Cäsiumbiotit** sind 3,1% Cs_2O bekannt geworden. **Anomit** unterscheidet sich von Biotit nur durch seine abweichende Lage der optischen Achsen. **Rubellan** und **Philadelphit** sind Zersetzungsprodukte von Biotit.

Astrolith, angeblich $(Na,K)_2Fe^{\cdot\cdot}(Al,Fe^{\cdot\cdot\cdot})_2Si_5O_{15} \cdot H_2O$, radialstrahlige Kügelchen, gut spaltende Blättchen und Fasern bildend, ist wohl nichts anderes als ein Glimmer mit etwa 12% FeO und 13% Fe_2O_3.

Die Komponente I für Lepidolith entspricht ungefähr dem sog. **Polylithionit,** die Komponente II einem „Lithiummuskovit" von Varuträsk. **Taeniolith** ist $KLiMg_2[F_2 \mid Si_4O_{10}]$.

Bei Xanthophyllit und dem etwas Fe-reicheren **Brandisit** verläuft die Ebene der optischen Achsen parallel b (010), bei **Clintonit**, von gleicher Zusammensetzung wie Xanthophyllit, senkrecht b (010).

[1]) Ch. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **186**. 1928. 879; 1131.
[1a]) G. I. Veres, T. B. Merenkowa & I. A. Ostrowsky, Doklady Akad. Wiss. USSR **101**. 1955. 147.
[2]) H. Strunz, Z. Krist. **107**. 1956. 325.
[3]) E. Sanero, Per. Min. Roma **11**. 1940. 53. – S. A. Forman, Am. Min. **36**. 1951. 450.

Durch die Strukturbestimmungen von Hendricks und Jefferson (1939)[4]) wurden unter etwa 100 Glimmern der verschiedensten Vorkommen mehrere Strukturvarianten festgestellt, deren Unterschiede darin liegen, daß die Silizium-Anionen-Schichten um $^1/_3$ oder $^2/_3$ der pseudohexagonalen Achse $a_0' \sim 9{,}1$ gegeneinander verschoben sein können. Dadurch wird die strukturelle Identität der übereinanderliegenden Schichten entweder nach jeder ersten oder jeder zweiten oder jeder dritten Schicht usw. erreicht. Dies bedingt naturgemäß eine Änderung der c_0-Perioden und der Gesamtsymmetrie. Die Strukturvarianten seien im folgenden entsprechend der Nomenklatur von Ramsdell für die Strukturvarianten des SiC (1947) bezeichnet. — Für fast alle 1M-Strukturen, auch für Meroxen, ist die Ebene der opt. Achsen parallel (010), für alle 2M-Strukturen, auch für Anomit, senkrecht (010).[6])

1M-Glimmer: Einschichtig. Monoklin-domatisch, $C_s^3 - Cm$.[7])
$a_0 = 5{,}3$, $b_0 = 9{,}2$, $c_0 = 10{,}2$, $\beta = 100°$, $Z = 2$.
Festgestellt für 14 Phlogopite, 15 Biotite (und Anomite), 12 Lepidolithe, 3 Zinnwaldite und 1 Taeniolith. — Auch für Roscoelith, Ba-Muskovit von Franklin[5]) und Meroxen[6]).

1Md-Glimmer: Einschichtig, monoklin, desorientiert.

2M-Glimmer: Zweischichtig. Monoklin-prismatisch, $C_{2h}^6 - C2/c$.
$a_0 = 5{,}2–5{,}3$, $b_0 = 9{,}0–9{,}2$, $c_0 = 20{,}0–20{,}2$, $\beta = 95°$, $Z = 4$.
Festgestellt für 19 (und damit alle untersuchten) Muskovite, 1 Alurgit, 1 Phlogopit, 2 Biotite, 1 Lepidomelan, 1 Manganophyllit und 1 Lepidolith. — Auch für Anomit[6]).

3H-Glimmer: Dreischichtig. Trigonal-trapezoedrisch, $D_3^3 - P3_112$ und $D_3^5 - P3_212$ (enantiomorph).
$a_{hex} = 5{,}3$, $c_{hex} = 30{,}0$, $Z = 3$ (nicht 6 wegen halbierter „b_0“-Achse). Festgestellt für Paragonit von Virginia[8]), Alurgit von St. Marcel (Italien), Phlogopit von Masham (England), Biotit von Torrington (Neusüdwales), Middleton (Conn.), Avery (N. C.), Lepidolith von Westaustralien und Zinnwaldit von Amelia (Virginia). Die optischen Achsenwinkel sind für 3 dieser Glimmer gleich 0°, für die anderen 0–1°, 0–3° und 0–5°. Hierher gehört wahrscheinlich auch der von M. De Jesus (1936) von Mangualde (Port.) beschriebene, einachsige und als **Heterophyllit** bezeichnete Biotit.

6T-Glimmer: Sechsschichtig. Triklin-pinakoidal, $C_i^1 - P\,1$.
$a_0 = 5{,}3$, $b_0 = 5{,}3$, $c_0 = 60{,}1$, $\alpha = \beta = 90°$, $\gamma = 120°$, $Z = 6$.
Beobachtet für 3 Biotite.

6M-Glimmer: Sechsschichtig. Monoklin-domatisch, $C_s^4 - Cc$.
$a_0 = 5{,}3$, $b_0 = 9{,}2$, $c_0 = 60{,}1$, $\beta = 90°$, $Z = 12$.
Beobachtet für 3 Lepidolithe.

Für einen Biotit von Ceylon wurde außerdem eine trikline 24-Schicht-Struktur mit $c_0 = 240{,}5$ Å festgestellt.

Die aufgefundenen Strukturvarianten erstrecken sich über die ganze Glimmergruppe, ungeachtet ihrer Zusammensetzung. Es gibt Phlogopite-1M, Phlogopite-2M, Phlogopite-3H usw., Biotite-1M, Biotite-2M, Biotite-3H usw. usw. Bemerkenswerterweise kristallisieren alle untersuchten Muskovite in der 2M-Strukturvariante.

Auf Grund einer diffusen Streuung spezieller Gitterebenen wurden in 13 Fällen gemischte Strukturen festgestellt, welche möglicherweise einer Translation als Folge mechanischer Beanspruchung ihre Entstehung verdanken. Ephesit und Xanthophyllit sind wahrscheinlich 1M-Glimmer.

[4]) S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **24**. 1939. 729. – Vgl. A. A. Levinson & E. W. Heinrich, Am. Min. **39**. 1954. 937. – J. V. Smith & H. S. Yoder, Am. Min. **40**. 1955. 343 (ergänzende und z. T. abweichende Ergebnisse bzw. Bezeichnungen!). – J. V. Smith & H. S. Yoder, Min. Mag. **31**. 1956. 209.

[5]) E. W. Heinrich & A. A. Levinson, Am. Journ. Sci. **253**. 1955. 39.

[6]) A. A. Levinson & E. W. Heinrich 1954, l. c.

[7]) A. Pabst, Am. Min. **40**. 1955. 967. Raumgruppe der 1M-Glimmer: C_{2h}^3—C2/m.

[8]) R. V. Dietrich, Am. Min. **41**. 1956. 940.

5.) Gruppe der Hydroglimmer.

Durch Verwitterung und Auslaugung können die Glimmer einen Teil ihrer Alkali-Ionen verlieren und durch H^+ „ersetzen", eventuell wird entsprechend der Gleichung

$$K^+ + 2\,H_2O \longrightarrow (H_3O)^+ + KOH$$

ein Ersatz von K^+ durch das Hydroxonium-Ion $(H_3O)^+$ oder, entsprechend

$$(K^+ + OH^-) + 2\,H_2O \longrightarrow (H_2O + H_2O) + KOH$$

der Ersatz von $(K^+ + OH^-)$ durch $2\,H_2O$ stattfinden; im Verwitterungsbereich primär entstandene Hydromuskovite können vielleicht an Stelle von Si^{4+}, zum Teil $(H_4)^{4+}$ besitzen (vgl. McConnell 1950). Insgesamt kommen also drei Möglichkeiten der Hydromuskovitformel in Betracht.

Im Biotit erfolgt parallel zur Auslaugung von K^+ sicherlich zunächst eine Oxydation von Fe^{2+} zu Fe^{3+}.

5a) Hydromuskovit-Reihe (dioktaedrisch).

Hydroparagonit (Brammallit) $(Na,H_2O)Al_2[(H_2O,OH)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$
$a_0 = 5{,}2$ $b_0 = 9{,}0$ $c_0 \cdot \sin\beta = 18{,}99$ $Z = 4$[1])

Hydromuskovit $(K,H_2O)Al_2[(H_2O,OH)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$*)
(Bravaisit, Leverrierit?) $a_0 \sim 5{,}2\ \ b_0 \sim 9{,}0\ \ c_0 \sim 2\cdot 10{,}0\ \ \beta \sim 96°\ \ Z = 4$

Gümbelit $(K,H_2O)(Al_{1,5}Mg_{0,5})[(OH,H_2O)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$
$a_0 = 5{,}21\ \ b_0 = 9{,}02\ \ c_0 = 2\cdot 10{,}06\ \ \beta = 96°0'$[2])

Hydromuskovite von Tonteilchengröße werden in neuerer Zeit bevorzugt als **Illite** bezeichnet; sie besitzen offenbar vorzugsweise 1Md-Struktur, sind also einschichtig—monoklin—desorientiert. Ob es sich bei Bravaisit (Mallard 1878), Leverrierit (Termier 1889) und **Kryptotil** (Sauer 1886) um Varietäten von Illiten handelt oder ob z. T. völlige Identität vorliegt, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben; auch **Schilkinit**[3]) könnte auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung hierher gehören; Brammallit entspricht einem Natrium-Illit; Gümbelit (Kobell 1870) ist offenbar ein Magnesium-Hydromuskovit.

Ebenso wie bei den Glimmern wurden auch hier Strukturvarianten festgestellt (Levinson 1954), und zwar

Hydromuskovit-1M	einschichtig monoklin
Hydromuskovit-1Md	einschichtig monoklin, desorientiert
Hydromuskovit-2M	zweischichtig monoklin
Hydromuskovit-3H	dreischichtig hexagonal.

Anhang: Übergangsmineralien zu den Montmorilloniten.

„Ca-Illit" $\left\{\begin{matrix}(Ca,\,Na)_{<1}Al_2[(OH)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]\\(H_2O)_2\end{matrix}\right\}$
$a_0 \sim 5{,}2\ \ b_0 \sim 9{,}0\ \ c_0 = 2\cdot 12\text{–}13$[4])$\ \ \beta = ?\ \ Z = 4$

*) oder $(K,\,H_3O)Al_2[(OH)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$ oder $(K,\,H_2O)Al_2[(OH)_2\,|\,(Al,\,Si,\,H_4)_4O_{10}]$.
[1]) F. A. Bannister, Min. Mag. **26**. 1943. 335; 304.
[2]) E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 11.
[3]) G. W. Merkulowa, Mém. Soc. Russe Min. **68**. 1939. 559.
[4]) M. L. Jackson & N. N. Hellmann, Proc. Soil. Soc. Am. **6**. 1941. 133.
Siehe auch allgemeine Literatur zu den Hydroglimmern (unter 5b).

5b) Hydrobiotit-Reihe (trioktaedrisch).

Hydrophlogopit $(K,\,H_2O)Mg_3[(OH,\,H_2O)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$
Gitterkonstanten wohl ähnlich Gümbelit.

Hydrobiotit $(K,\,H_2O)(Mg,\,Fe^{\cdot\cdot\cdot},\,Mn)_3[(OH,\,H_2O)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]$
Gitterkonstanten wohl ähnlich Gümbelit.

Anhang: Übergangsmineralien zu den Vermiculiten.

Stilpnomelan $\left\{\begin{matrix}(K,\,H_2O)(Fe^{\cdot\cdot},\,Fe^{\cdot\cdot\cdot},\,Mg,\,Al)_{<3}[(OH)_2\,|\,Si_4O_{10}]\\X_n\quad(H_2O)_2\end{matrix}\right\}(?)$
Monoklin
$a_0 = 5{,}40\ \ b_0 = 9{,}42\ \ d_{(001)} = 12{,}14$[1])$\ \ Z = 2$

Parsettensit $\left\{ \begin{array}{c} (K, H_2O)(Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mg, Al)_{<3}[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}] \\ X_n \quad (H_2O)_2 \end{array} \right\}$ —

Ekmanit $\left\{ \begin{array}{c} (Fe^{\cdot\cdot}, Mg, Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{<3}[(OH)_2 \mid (Si, Al)Si_3O_{10}] \\ X_n \quad (H_2O)_2 \end{array} \right\}$

Hexagonal, mit Überzelle[2])

$a_0 = 5{,}54 \quad b_0 = 9{,}60 \quad c_0 = 12{,}08$

Stilpnochloran $\left\{ \begin{array}{c} (Ca, K, H_2O)(Al, Fe. Mg)_3[(OH, O)_2 \mid (Si, P)_4O_{10}] \\ X_n \quad (H_2O)_4 \end{array} \right\}$ (?) —

Während die Gitterkonstanten der Hydromuskovite durchaus noch denjenigen der Glimmer entsprechen, kann offenbar durch weitgehende Auslaugung der K^+-Ionen und deren Ersatz durch die kleineren Ca^{2+}- bzw. Na^+-Ionen sowie gleichzeitige Aufnahme von Zwischenschicht-H_2O ein Übergang zu den Mineralien der Montmorillonit-Gruppe erfolgen. So hat „K-Illit" noch $c_0 = 2 \cdot 10$ Å, der „Ca-Illit" $2 \cdot 12$—13 Å[3]); den expandierten „Illit" kann man experimentell durch die Behandlung mit verdünnter Kalilauge wieder in den normalen, nicht expandierten „Illit" zurückführen.

Übergänge von den Hydrobiotiten zu den Vermiculiten bilden offenbar Stilpnomelan, Parsettensit und Ekmanit, die wohl halbexpandierte trioktaedrische „Glimmer" darstellen. Errit gibt ein analoges Röntgenogramm wie Parsettensit und ist mit ihm identisch. Hierher dürften auch **Kerrit, Maconit** und **Vaalit** gehören.

Stilpnochloran, offenbar bereits voll expandiert, kann in der Natur sowohl aus Stilpnomelan als auch aus Thuringit (also einem Chlorit) entstehen; im Stilpnomelan vielleicht auch im **Epichlorit**, ist allem Anschein nach die Brucitschicht der Chlorite durch die Hydratschicht der Montmorillonit-Vermiculite ersetzt.

Beim Übergang von Hydromuskovit in Beidellit (siehe Montmorillonit-Reihe) erfolgt die Auslaugung des Kaligehaltes offenbar schichtweise, so daß die Übergangsglieder abwechselnd aus Schichtpaketen von Muskovit und Beidellit bestehen, also eigentlich orientierte Verwachsungen zweier Mineralarten darstellen[3]); das gleiche gilt für **Illidromica**[4]) bzw. **Andreattit**[5]). Analog ist Vermiculit-Biotit abwechselnd aus Vermiculit- und Biotit-Schichten aufgebaut[6]). **Rectorit** besteht abwechselnd aus Schichten von Pyrophyllit und Montmorillonit[7]). — In der Natur scheint der Übergang von Hydromuskovit in Beidellit nicht so leicht möglich zu sein wie der Übergang von Hydrobiotit in Vermiculit. Experimentell läßt sich der Na-Glimmer Paragonit besonders leicht — schon durch Naß-Mahlen auf Tonteilchen-Größe — in die expandierte Form der Montmorillonite überführen. Durch mehrwöchige Einwirkung geeigneter Lösungen lassen sich alle Glimmer in Montmorillonit-Vermiculite bzw. Chlorite umwandeln,

umgekehrt kann man diese durch Entwässern in „Glimmer" zurückverwandeln, wobei jedoch im allgemeinen eine gestörte Schichtordnung resultiert.

---

[1]) J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 291 (Strukturvorschlag, SR. **9**. 266). – Vgl. C. O. Hutton & J. Fankuchen, Min. Mag. **25**. 1938. 172. – E. K. Lasarenko, Mineralog. Sammelwerk, Lwow (Lemberg) 1954. 119. – C. O. Hutton, Am. Min. **41**. 1956. 608.

[2]) B. Nagy, Am. Min. **39**. 1954. 946; in der Überzelle ist $a' = 12\,a_0$, $b' = 4\,b_0$, $c' = 8\,c_0$.

[3]) S. B. Hendricks & L. T. Alexander, Soil. Sci. **48**. 1939. 257.

[4]) C. Andreatta, Per. Min. Roma **18**. 1949. 11.

[5]) R. C. Mackenzie, An. Edafolog. & Fisiol. Veget. Madrid **13**. 1954. 111.

[6]) J. W. Gruner, Am. Min. **19**. 1935. 557. – R. F. Ruthruff, Am. Min. **26**. 1941. 478.

[7]) W. F. Bradley, Am. Min. **35**. 1950. 590.

Allgemeine Literatur zu den Hydroglimmern:

1934 J. W. Gruner, Am. Min. **19**. 557.
1934 J. de Lapparent, C. R. Acad. Sci. Paris **198**. 669.
1937 R. E. Grim, R. H. Bray & W. F. Bradley, Am. Min. **22**. 813.
1937 E. Maegdefrau & U. Hofmann, Z. Krist. **98**. 31.
1942 N. N. Hellmann, D. G. Aldrich & M. L. Jackson, Proc. Soil. Soc. Am. **7**. 194.
1943 M. Fleischer, Am. Min. **28**. 470.
1944 G. Nagelschmidt, Min. Mag. **27**. 59.
1949 R. C. Mackenzie, G. F. Walker & R. Hart, Min. Mag. **28**. 704.
1950 J. L. White, Proc. Soil Soc. **15**. 129.
1950 A. Schüller, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **2**. 269.
1950 D. McConnell, Am. Min. **35**. 166.
1951 A. Schüller, N. Jb. Min. Mh. 156.
1951 A. K. Ganguly, Proc. Soil. Soc. **71**. 239.
1952 G. Brown & K. Norrish, Min. Mag. **29**. 929.
1953 E. Weaver, Am. Min. **38**. 698.
1954 A. A. Levinson, Am. Min. **40**. 41.
1955 A. Schüller & H. Graßmann, Chemie d. Erde **17**. 291.

6.) Montmorillonit-Vermiculit-Gruppe.

Diese Mineralien bestehen aus Pyrophyllit-, Talk- oder Glimmerschichten mit zwischengelagerten Kationen-Wasserschichten, wobei die ersteren eine geringe negative Überschußladung, die letzteren eine entsprechende positive Überschußladung aufweisen. Es sind also expandierte „Pyrophyllite", „Talke" oder „Glimmer", eventuell auch „Hydroglimmer", deren leichte Hydratisierbarkeit (= Quellfähigkeit) offenbar dadurch bedingt ist, daß sich die schwach negativ geladenen Silikatschichten gegenseitig etwas abstoßen und so der schwach positiv geladenen „Kationen-Wasser-Zwischenschicht" den Eintritt erleichtern. Die Ladung der Silikatschicht beträgt pro Formeleinheit im allgemeinen $0{,}33^-$, doch sind Schwankungen in weiten Grenzen möglich.

Die Struktur von Montmorillonit wurde von U. Hofmann und Mitarbeitern (1933) bestimmt, für Magnesium-Vermiculit liegt eine genaue Strukturbestimmung von Mathieson & Walker (1954) vor. Die c_0-Periode der bei ca. 400°C entwässerten Montmorillonite und Vermiculite ist etwa 10 Å, also wenig größer als c_0 von Pyrophyllit und Talk (Metamont-

morillonit, Metavermiculit); mit $2H_2O$ pro Formeleinheit ist $c_0 \sim 12{,}4$, mit $4H_2O \sim 15{,}4$ Å (relativ gut stabile Zustandsform der in der Natur vorkommenden Montmorillonite und Vermiculite). Höhere Hydratstufen haben $c_0 \sim 18{,}4$ und 21,4 Å. Die innerkristalline Quellung geht um so leichter vor sich, je kleiner die Zwischenschichtkationen, je größer deren Ladung und je geringer die Ionenbesetzung der Zwischenschichtoberfläche ist.

6a) Montmorillonit-Reihe (dioktaedrisch). Monoklin.

Montmorillonit $\{(Al_{1,67}Mg_{0,33})[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{0,33-} \; Na_{0,33}(H_2O)_4\}$
$a_0 = 5{,}17 \quad b_0 = 8{,}94 \quad c_0 = 15{,}2$[1]) $\beta \sim 90° \quad Z = 2$

Beidellit $\{Al_{2,17}[(OH)_2 \mid Al_{0,83}Si_{3,17}O_{10}]^{0,32-} \; Na_{0,32}(H_2O)_4\}$

Ferri-Montmorillonit $\{(Al_{1,0}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{1,0})[(OH)_2 \mid Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \; Na_{0,33}(H_2O)_4\}$

„Al-Nontronit“ $\{Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{2,17}[(OH)_2 \mid Al_{0,83}Si_{3,17}O_{10}]^{0,32-} \; Na_{0,32}(H_2O)_4\}$

Nontronit $\{Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[(OH)_2 \mid Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \; Na_{0,33}(H_2O)_4\}$
$a_0 = 5{,}24 \quad b_0 = 9{,}08 \quad c_0 = 15{,}8$[2]) $\beta \sim 90° \quad Z = 2$

Wolchonskoit $\{(Cr_{0,35}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{0,58}Al_{0,40}Mg_{0,82})[(OH)_2 \mid Al_{0,18}Si_{3,82}O_{10}]^{0,55-} \; (Mg_{0,17}Ca_{0,10})(H_2O)_4\}$
$a_0 = 5{,}16 \quad b_0 = 8{,}94 \quad c_0 = 14{,}40$[3])

Bleicherde (Walkerde, Bentonit, letzterer von Wyoming) ist ein hauptsächlich aus Montmorillonit bestehender Ton mit starker Quellbarkeit sowie hohem Absorptions- und Basenaustauschvermögen. **Ammersooit**[4]), **Elbrussit** und **Racewinit** sind möglicherweise Ferri-Beidellit.

In der Zelle von **Allevardit**[5]) sind je 2 muskovitartige Schichten durch (K,Ca)-Ionen fest verbunden, während gegenüber dem nächsten Schichtenpaar lockere Bindung besteht und Quellungswasser eintreten kann; im wasserbehandelten Zustand sind 3 Lagen von H_2O-Molekülen vorhanden ($d_{(001)} = 28{,}36$), im lufttrockenen Zustand 2 Lagen ($d_{(001)} = 24{,}62$), im HCl-behandelten Zustand ist 1 Lage vorhanden ($d_{(001)} = 22{,}0$), nach 24stündigem Erhitzen auf 450°C ist $d_{(001)} = 19{,}09$[5a]).

[1]) U. Hofmann, K. Endell & D. Wilm, Z. Krist. **86**. 1933. 340 (Struktur, SB. **3**. 542). – Vgl. B. B. Zvyagin & Z. G. Pinsker, Doklady Akad. Wiss. USSR **68**. 1949. 65.

[2]) J. W. Gruner, Am. Min. **20**. 1935. 475.

[3]) A. Weiß, G. Koch & U. Hofmann, Ber. D. Keram. Ges. **31**. 1954. 301. – D. McConnell, Natl. Acad. Sci., Publ. **327**. 1954. 152, für Wolchonskoit von Thompsons (Utah) $a_0 = 5{,}17$, $b_0 = 9{,}00$, $c_0 = 12{,}91$.

[4]) H. W. van Der Marel, Soil. Sci. **78**. 1954. 163.

[5]) S. Caillère, A. Mathieu-Sicaud & S. Hénin, Bull. Soc. Franç. Min. **73**. 1950. 193.

[5a]) G. W. Brindley, Am. Min. **41**. 1956. 91.

Ferner:
U. Hofmann & A. Hausdorf, Z. Krist. **104**. 1942. 265.
C. S. Roß & S. B. Hendricks, US Geol. Surv. **205** B. 1943/44. 23.
H. Winkler, Z. Krist. **105**. 1944. 291.
S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **28**. 1949. 606.
J. J. B. van Eyk van Voorthuysen & P. Frenzen (synthet. Ni-Montmorillonit etc., SR. **13**. 368).
D. McConnell, Clay Min. Bull. **1**. 1951. 178.
A. Schüller, Chemie d. Erde **16**. 1953. 297.
G. Brown & R. Greene-Kelly, Acta Cryst. **7**. 1954. 101.
J. Th. Rosenquist, Norw. Geotechn. Inst. Publ. **9**. 1955.
A. Weiß, G. Koch & U. Hofmann, Ber. D. Keram. Ges. **32**. 1955. 12.

6b) Vermiculit-Reihe (trioktaedrisch). Monoklin-domatisch, $C_s^4 - Cc$.

Als Vermiculit bezeichnete Webb (1824) erstmalig ein plättchenförmiges Mineral von Milbury bei Worchester in Massachusetts nach vermis = Wurm, entsprechend der Eigenschaft, sich beim Erhitzen stark aufzublähen und wurmförmig zu krümmen. Der Name wurde später auch für andere, sich ähnlich verhaltende Mineralien bzw. Varietäten gebraucht. Die moderne Untersuchung hat ergeben, daß die Vermiculite ein ähnliches Basenaustauschvermögen, Differentialthermoverhalten etc. wie Montmorillonit aufweisen; dies wurde nachgewiesen von Barshad (1948)* für den eigentlichen Vermiculit, von A. Weiß und U. Hofmann (1951) für Batavit. Hinsichtlich dieser Eigenschaften sind offenbar auch Stevensit, Hectorit, Saponit und Cardenit dem eigentlichen Vermiculit gleichzusetzen, so daß es nicht unberechtigt erscheint, diese Mineralien zu einer „Vermiculit-Reihe" zusammenzufassen.

Stevensit

$$\left\{ \begin{array}{c} Mg_{2,88}Mn_{0,02}Fe^{\cdot\cdot}_{0,02}[(OH)_2|Si_4O_{10}]^{0,16-} \\ X_{0,16}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$$ [1])

„Mg-Vermiculit"

$$\left\{ \begin{array}{c} Mg_{2,36}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{0,48}\ Al_{0,16}[(OH)_2\,|\,Al_{1,28}Si_{2,72}O_{10}]^{0,64-} \\ Mg_{0,32}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$$

$a_0 = 5{,}33\ \ b_0 = 9{,}18\ \ c_0 = 28{,}90\ \ \beta = 97°$ [2])

Hectorit

$$\left\{ \begin{array}{c} (Mg,\,Li)_3[(OH,\,F)_2\,|\,Si_4O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$$

$a_0 = 5{,}25\ \ b_0 = 9{,}1\ \ c_0 = ?$ [3])

Saponit

$$\left\{ \begin{array}{c} Mg_3[(OH)_2\,|\,Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$$

$a_0 = —\ \ b_0 = -d_{(001)} = 14{,}8$ [4])

Batavit

$$\left\{ \begin{array}{c} (Mg,\,Al)_3[(OH)_2\,|\,AlSi_3O_{10}]^{0,66-} \\ Mg_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$$

$a_0 = 5{,}33\ \ b_0 = 9{,}21\ \ c_0 = 2 \cdot 14{,}5\ \ \beta = 97°$ [5])

Protovermiculit $\left\{\begin{array}{c} Mg_2(Mg, Fe)[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{2x-} \\ Mg_x(H_2O)_4 \end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}33 \quad b_0 = 9{,}18 \quad c_0 = 2 \cdot 14{,}43 \quad \beta = 93° 15'$[6])

Cardenit $\left\{\begin{array}{c} Mg_{1,5}(Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot}, Al)_{1,5}[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{x-} \\ Ca_{0,24}(H_2O)_y \end{array}\right\}$[7])

Ghassoulit[8]) ist wahrscheinlich mit Stevensit oder Mg-Vermiculit identisch; welches dieser 3 Mineralien der typische Magnesium-Vermiculit ist und welcher Name dafür zu bevorzugen ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Nach Brindley 1955[1a]) besteht Stevensit möglicherweise aus Talk-Saponit-Schichten.

Varietäten sind:

Aluminium-Saponit[9])
Ferri-Saponit (Griffithit[10a])**, Lembergit)**[10b])
Nickel-Vermiculit
Zink-Saponit (Saukonit)[11])
Kupfer-Saponit (Medmontit)[12])
Nickel-Saponit[13]) **(Pimelit)**

Mit dem Protovermiculit sind **Jefferisit** und **Hallit** sehr nah verwandt.

---

* J. Barshad, Am. Min. **33**. 1948. 655; **34**. 1949. 675.

[1]) G. T. Faust & K. J. Murata, Am. Min. **38**. 1953. 973; Name von A. R. Leeds 1889.

[1a]) G. W. Brindley, Am. Min. **40**. 1955. 239.

[2]) A. M. Mathieson & G. F. Walker, Am. Min. **39**. 1954. 231 (Struktur).

[3]) H. Strese & U. Hofmann, Z. anorg. Chem. **247**. 1941. 65; Formel nach Foshag 1936, Eyrich 1945, Stevens 1945.

[4]) G. T. Faust, Am. Min. **36**. 1951. 795.

[5]) A. Weiss & U. Hofmann, Z. Naturf. **6b**. 1951. 405.

[6]) S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **23**. 1938. 851 (Struktur).

[7]) D. M. C. MacEvan, Clay Minerals Bull. **2**. 1954. 120.

[8]) Damour 1843; G. Millot, C. R. Acad. Sci. Paris **238**. 1954. 257.

[9]) N. N.

[10a]) E. S. Larsen & G. Steiger, Am. Journ. Sci. **15**. 1928. 1. – G. T. Faust, Journ. Wash. Acad. Sci. **45**. 1955. 66.

[10b]) T. Sudo, Journ. Geol. Soc. Jap. **60**. 1954. 18.

[11]) C. S. Ross, Am. Min. **31**. 1946. 411.

[12]) F. V. Chukhrow & F. Y. Anosow, Mem. Soc. Russe Min. **71**. 1950. 23.

[13]) C. S. Ross & S. B. Hendricks, US Geol. Surv. Prof. Paper **205** B. 1945. 23. – Nach E. Slansky gehört Pimelit wohl nicht zur Montmorillonit-Gruppe (Univ. Carolina, Geol. Vol. **1**. 1, Prag 1955).

7.) Chloritgruppe.

Die Chlorite wurden von Tschermak (1890/91) in die meist gut kristallisierenden Orthochlorite von der Zusammensetzung $(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_2Al_2SiO_5(OH)_4$ —$(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3Si_2O_5(OH)_4$ und die nur in schuppigen bis erdigen Aggregaten auftretenden und in ihrem Chemismus weniger übersichtlich erscheinenden Leptochlorite eingeteilt.

Winchell (1926, 1936) und Dschang (1931) fiel es auf, daß die Leptochlorite größere Anteile an dreiwertigem Eisen besitzen und daß diese Chlorite nach Umrechnung des Eisengehaltes in die zweiwertige Stufe sehr

gut zu den entsprechenden Orthochloriten passen. Dschang beobachtete ferner, daß die eisenreichen Orthochlorite durch vorsichtiges Erhitzen ohne Änderung der Kristallstruktur zu Leptochloriten oxydiert werden können und dabei ähnliche Eigenschaften wie die in der Natur vorkommenden Leptochlorite gleicher Zusammensetzung annehmen. Diese Oxydation wird lediglich einem Verlust von Wasserstoff gleichzusetzen und hinsichtlich der Struktur folgendermaßen zu formulieren sein:

Orthochlorit	$\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(OH)_6\end{array}\right\}$	$-nH^{\cdot} \rightarrow$
Teilweise oxydierter Chlorit	$\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$	$-mH^{\cdot} \rightarrow$
Voll oxydierter Chlorit	$\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(O, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$	

Orcel (1926, 1950) sammelte und klassifizierte alle erreichbaren Chloritanalysen, wobei eine Unterscheidung der „oxydierten Chlorite" (im Sinne von Hey) noch nicht erfolgte. Hey (1954) bezeichnet als Orthochlorite alle Chlorite mit weniger als 4% Fe_2O_3, als „oxydized chlorites" alle mit

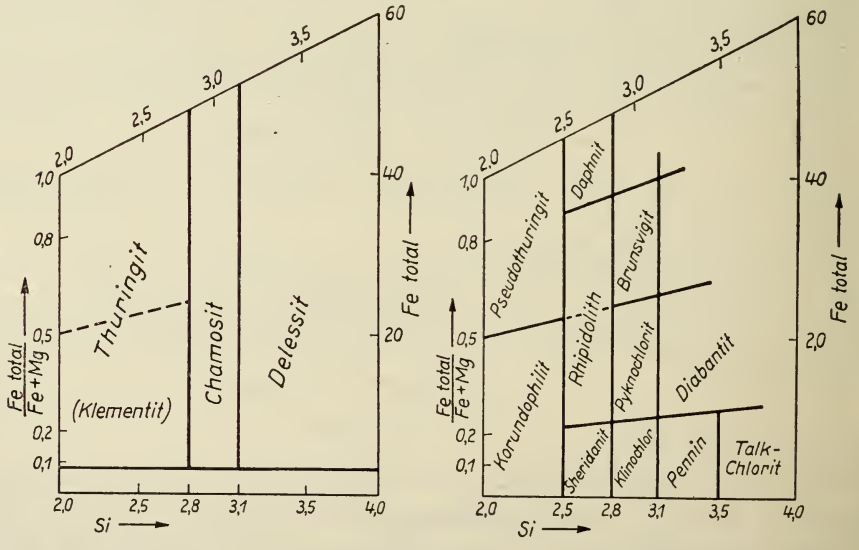


Fig. 70. Chemische Zusammensetzung der Chlorite (in Anlehnung an Hey 1954). a) Orthochlorite, b) Leptochlorite

$Fe_2O_3 > 4\%$. Da ein primärer Ferrichlorit sicherlich gleiche Struktur und Eigenschaften wie ein sekundärer (oxydized) Ferrichlorit besitzen kann, wird der Sammelname Leptochlorit, der ja zugleich im wesentlichen die

Leptochlorite Tschermaks umfaßt, nach wie vor zweckmäßig erscheinen. Es gibt also wohl primäre und sekundäre Leptochlorite, nach Frondel (1955) sogar Leptochlorite mit dreiwertigem Eisen in tetraedrischer Koordination (Gonyerit). Die Einteilung hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung wird in Fig. 70 wiedergegeben.

Mauguin (1928, 1930) bestimmte und diskutierte als erster Größe und Inhalt der Elementarzelle; Pauling (1930) gab den richtigen Schichtentypus der Struktur an (abwechselnd Talk- und Brucitschichten); die Variationsmöglichkeiten in der Schichtenfolge wurden durch McMurchy (1934), Robinson und Brindley (1949) und insbesondere Brindley, Oughton und Robinson (1950) bestimmt. Die Strukturvarianten entstehen dadurch, daß in bezug auf die monokline a-Achse links-, spiegel- und rechts-symmetrische Talkschichten (l, m, r) möglich sind.

Chlorit-1T(l)	$a_0 = 5{,}3$ $b_0 = 9{,}2$ $c_0 = 14{,}3$ $\beta = 97°06'$ $Z = 1$ Symmetrie der Atomanordnung C1 2 Beispiele beobachtet.
Chlorit-1M(m)	$a_0 = 5{,}3$ $b_0 = 9{,}2$ $c_0 = 14{,}3$ $\beta = 97°06'$ $Z = 1$ Symmetrie der Atomanordnung C2/m 2 Beispiele beobachtet.
Chlorit-2T(lm)	$a_0 = 5{,}3$ $b_0 = 9{,}2$ $c_0 = 28{,}6$ $\beta = 97°06'$ $Z = 2$ Symmetrie der Atomanordnung C1 1 Beispiel beobachtet.
Chlorit-3T(llm)	$a_0 = 5{,}3$ $b_0 = 9{,}2$ $c_0 = 42{,}6$ $\alpha = 94°$ $Z = 3$ Symmetrie der Atomanordnung C1
Chlorit-X	Teilweise ungeordnet in der Schichtenfolge, a_0 und b_0 wie bei den geordneten Chloriten, c_0 nicht bestimmbar, 1 Beispiel beobachtet.
Chlorit-X′	Weitestgehend ungeordnet in der Schichtenfolge, a_0 und b_0 wie bei den geordneten Chloriten, c_0 nicht bestimmbar, viele Beispiele beobachtet.

7a) Reihe der Talk-Chlorite (Mg : Fe > 1 : 1).

Talk-Chlorit $\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$?

Pennin $\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{0,5-0,9}Si_{3,5-3,1}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$

$a_0 = 5{,}2$–$5{,}3$ $b_0 = 9{,}2$—$9{,}3$ $c_0 = 28{,}6$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 \sim 0{,}570 : 1 : 3{,}092$ $\beta = 96°50'$ $Z = 4$

Klinochlor $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]\\ \quad Mg_3(OH)_6\end{array}\right\}$
$a_0 = 5{,}2—5{,}3 \quad b_0 = 9{,}2—9{,}3 \quad c_0 = 28{,}6$[2])
$\beta = 96°50' \quad Z = 4$

Sheridanit (Grochauit, Rumpfit) $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2—1,5}Si_{2,8—2,5}O_{10}]\\ \quad Mg_3(OH)_6\end{array}\right\}$
$a_0 = 5{,}33 \quad b_0 = 9{,}23 \quad c_0 = 28{,}5$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 \sim 0{,}570 : 1 : 3{,}076 \quad \beta = 97°09' \quad Z = 4$

Rhipidolith (Prochlorit) $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2—1,5}Si_{2,8—2,5}O_{10}]\\ \quad Mg_3(OH)_6\end{array}\right\}$
$a_0 = 5{,}36 \quad b_0 = 9{,}28 \quad c_0 = 28{,}4$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 \sim 0{,}570 : 1 : 3{,}060 \quad \beta = 97°09' \quad Z = 4$

Korundophilit $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,5—2}Si_{2,5—2}O_{10}]\\ \quad Mg_3(OH)_6\end{array}\right\}$
$a_0 = 5{,}36 \quad b_0 = 9{,}28 \quad c_0 = 28{,}30$[4]) $\beta = ? \quad Z = 4$

Diabantit ($a_0 = 5{,}35$, $b_0 = 9{,}27$, $c_0 = 28{,}24$ Å) und **Pyknochlorit** sind die Fe-haltigen Ànaloga zu Pennin und Klinochlor; **Mangan-Pennin** enthält etwas Mn. **Leuchtenbergit** darf wohl als identisch mit Klinochlor angesehen werden.

---

[1]) L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA **16**. 1930. 578. – K. Robinson & G. W. Brindley 1949; S. Z. Ali & G. W. Brindley 1949; Brindley & Ali 1950.
[2]) L. Pauling 1930, l. c.
[3]) R. C. McMurchy, Z. Krist. **88**. 1934. 420 (Struktur, SB. **3**. 156).
[4]) J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 422.

7b) Reihe der Ferro-Chlorite (Mg : Fe < 1 : 1).

Brunsvigit $\left\{\begin{array}{l}(Fe^{\cdot\cdot}, Al, Mg)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]\\ \quad (Fe, Mg)_3(OH)_6\end{array}\right\}$

Daphnit $\left\{\begin{array}{l}(Fe^{\cdot\cdot}, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2—1,5}Si_{2,8—2,5}O_{10}]\\ \quad Fe_3(OH)_6\end{array}\right\}$
$a_0 = 5{,}41 \quad b_0 = 9{,}38 \quad d_{(001)} = 28{,}2 \quad Z = 4$[1])

Pseudothuringit $\left\{\begin{array}{l}(Fe^{\cdot\cdot}, Al, Mg)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,5—2}Si_{2,5—2}O_{10}]\\ \quad (Fe, Mg)_3(OH)_6\end{array}\right\}$

Grängesit ist Brunsvigit mit wenig Mn. **Bavalit** ist identisch mit Daphnit; **Aphrosiderit** ist eine Varietät von Daphnit.

---

[1]) A. F. Hallimond & F. A. Bannister, Min. Mag. **25**. 1939. 441.

7c) Reihe der Ferro-Ferri-Chlorite (Leptochlorite).

Delessit $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid Al_{0—0,9}Si_{4—3,1}O_{10}]\\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$

Chamosit $\left\{\begin{array}{l}(Fe, Fe^{\cdots})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Fe, Mg)_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}40 \quad b_0 = 9{,}36 \quad c_0 = 14{,}03 \quad \beta = 90°$[1])

Thuringit $\left\{\begin{array}{l}(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots}, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2-2}Si_{2,8-2}O_{10}] \\ (Mg, Fe, Fe^{\cdots})_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}39 \quad b_0 = 9{,}33 \quad c_0 = 14{,}10 \quad \beta = 97°20'$[2])

Anhang:

Pennantit $\left\{\begin{array}{l}(Mn, Al, Fe^{\cdots})_3[(OH)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}] \\ Mn_3(OH)_6\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}44 \quad b_0 = 9{,}4 \quad c_0 \cdot \sin\beta = 28{,}6$[3])

$\beta = 97°20'—97°25'$

Gonyerit $\left\{\begin{array}{l}(Mn, Mg, Fe^{\cdots})_3[(OH)_2 \mid (Si, Fe^{\cdots})Si_3O_{10}] \\ (Mn, Mg, Fe^{\cdots})_3(O, OH)_6\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}47 \quad b_0 = 9{,}46 \quad c_0 = 28{,}8 \quad \beta = 90°$[4])

Manche „Chamosite" besitzen Kaolinitstruktur und sollen mit dem alten Namen Berthierin wiederbezeichnet werden*. **Klementit** kann als eine Mg-reiche Varietät von Thuringit aufgefaßt werden. Weiterer Untersuchung, vor allem ob es sich tatsächlich um Chlorite handelt und inwieweit sie mit den obengenannten vielleicht identisch sind, bedürfen: **Moravit, Parathuringit, Phyllochlorit, Steatargillit, Strigovit, Mackensit** und **Viridit. Epiphanit** ist röntgenographisch ein Chlorit, es ist jedoch nicht entschieden, ob es sich um einen Leptochlorit oder um einen Diabantit handelt.

---

* Nomenclature Sub-Committee of Clay Minerals Group (24. 3. 1954 und 21. 5. 1954).

[1]) W. v. Engelhardt, Z. Krist. **104**. 1942. 142. – Vgl. F. A. Bannister & F. W. Whittard, Min. Mag. **27**. 1945. 99. – G. W. Brindley & R. F. Youell, Min. Mag. **30**. 1953. 964.

[2]) W. v. Engelhardt 1942, l. c.

[3]) W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1946. 217.

[4]) C. Frondel, Am. Min. **40**. 1955. 1090.

7d) Li-, Ni-, Cr-Chlorite.

Cookeit $\left\{\begin{array}{l}Al_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{1-} \\ LiAl_2(OH)_6{}^{1+}\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}14 \quad b_0 = 8{,}95 \quad d_{(001)} = 28{,}36$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}574 : 1 : 3, \ldots \quad \beta \sim 90° \quad Z = 4$

Manandonit $\left\{\begin{array}{l}LiAl_2[(OH)_2 \mid AlBSi_2O_{10}] \\ Al_2(OH)_6\end{array}\right\}$

$a_0 = 5{,}23 \quad b_0 = 8{,}92 \quad c_0 = 14{,}11$[2]) $\quad \beta = 97°45' \quad Z = 2$

Nickelchlorit (?) $\left\{\begin{array}{l}(Mg, Ni, Al)_3[(OH)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}] \\ (Mg, Ni)_3(OH)_6\end{array}\right\}$ —

Kämmererit $\left| \begin{array}{l} (Mg, Cr)_3[(OH)_2 \mid Cr^{\cdots}Si_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right|$

Welche der jetzt unter Serpentin (mit Kaolinitstruktur) genannten früheren „Ni-Chlorite" vielleicht doch Chloritstruktur besitzen, ist nicht entschieden.

Chrom-Klinochlor und **Kotschubeit** sind Varietäten von Klinochlor, ersterer mit weniger als 4% Cr_2O_3, letzterer mit mehr als 4% Cr_2O_3. Kämmererit kann auch als eine Varietät von Pennin aufgefaßt werden. Chrom-Chlorit von Sierra de la Capalada enthält 1,9% Cr_2O_3 und hat $a_0 = 5{,}32$, $b_0 = 9{,}21$, $c_0 = 14{,}23$; $\beta = 97°$[3]).

[1]) A. Brammal, J. G. C. Leech & F. A. Bannister, Min. Mag. **24**. 1937. 507.
[2]) H. Strunz & Arm. Weiß 1957.
[3]) J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **72**. 1949. 549.

7e) „Vermiculit-Chlorite" und „Montmorillonit-Chlorite".

Hendricks und Jefferson beobachteten (1938), daß manche Vermiculite abwechselnd aus Vermiculit- und Chloritschichten bestehen und bezeichneten diese als Vermiculit-Chlorite. Epichlorit und Stilpnochloran sind ehemalige Chlorite, deren Brucitschicht durch die Hydratschicht der Vermiculite ersetzt ist (s. Gruppe der expandierten Glimmer). Ein quellfähiger Chlorit vom Blithe valley bei Staffordshire wurde 1950 von Stephen & MacEwan beschrieben. Nach Honeyborne (1949) gibt es in englischen Keupertonen ein quellfähiges chloritisches Mineral, dessen Röntgenreflexe von Stephen und MacEwan (1951) sowie von Lippmann für deutsche Vorkommen (1954) dahingehend gedeutet wurden, daß bei der Quellung je 2 Chloritschichten ihren Zusammenhang bewahren und zwischen diesen Zweischicht-Einheiten durch Aufnahme von Wasser oder Glyzerin Quellung erfolgen kann: **„Corrensit"** ist ein Vermiculit-Chlorit mit regelmäßig alternierenden Schichten von Vermiculit und Chlorit im Verhältnis 1:1 (Lippmann 1956).

Durch Erhitzen werden die Chlorite nach Orcel (1927) sowie Orcel und Renaud (1941) in zwei wohldefinierten Stufen dehydriert, wobei die Chloritstruktur bis zur völligen Dehydrierung im wesentlichen erhalten bleibt (Orcel und Caillère 1938). Nach Ali und Brindley (1948), Brindley und Ali (1950) erfolgt bei den Magnesiumchloriten die erste Abgabe des Wassers nur aus den Brucitschichten; die zweite Stufe der Dehydrierung ist von einer Bildung von Olivin begleitet; bei noch höheren Temperaturen entstehen schließlich Spinell und wahrscheinlich Enstatit.

Vgl. ferner zur Klassifikation und Struktur der Chlorite:

1890 G. Tschermak, Akad. Wiss. Wien **99**. 174; **100**. 29.
1926 A. N. Winchell, Am. Journ. Sci. **11**. 283.
1928 A. N. Winchell, Am. Min. **13**. 161.
1928 C. Mauguin, C. R. Acad. Sci. Paris **186**. 1852.

1930 C. Mauguin, Bull. Soc. Franç. Min. **53**. 279.
1931 G. L. Dschang, Chemie d. Erde **6**. 416.
1936 A. N. Winchell, Am. Min. **21**. 642.
1936 G. Vavrinecz, Földt. Közl. **66**. 242; **67**. 1937. 46.
1938 S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **23**. 851.
1938 J. Orcel & S. Caillère, C. R. Acad. Sci. Paris **207**. 788.
1941 J. Orcel & P. Renaud, C. R. Acad. Sci. Paris **212**. 918.
1941 A. Hödl, N. Jb. Min. Beil.-Bd. **77**. 1.
1947 G. W. Brindley & K. Robinson, Trans. Brit. Ceram. Soc. **46**. 49.
1949 K. Robinson & G. W. Brindley, Proc. Leeds Phil. Lit. Soc. **5**. 102.
1949 G. W. Brindley, Nature **164**. 319.
1949 S. Z. Ali & G. W. Brindley, Proc. Leeds Phil. Lit. Soc. **5**. 109.
1949 S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **28**. 612.
1949 J. Garrido, Bull. Soc. Franç. Min. **72**. 343.
1949 D. B. Honeyborne, Clay Minerals Bull. **1**. 150.
1950 G. W. Brindley, B. M. Oughton & K. Robinson, Acta Cryst. **3**. 408.
1950 G. W. Brindley & S. Z. Ali, Acta Cryst. **3**. 25 (SR. **13**. 383).
1950 J. Orcel, S. Caillère & S. Hénin, Min. Mag. **29**. 329.
1950 J. Stephen & D. M. C. MacEwan, Géotechnique **2**. 82.
1951 J. Stephen & D. M. C. MacEwan, Clay Minerals Bull. **1**. 157.
1951 G. W. Brindley, Min. Mag. **29**. 502.
1953 D. P. Serdyuchenko, Acad. Wiss. USSR Nr. 140. 340 S.
1954 F. Lippmann, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 130.
1954 M. H. Hey, Min. Mag. **30**. 277.
1955 G. W. Brindley & F. G. Gillery, Am. Min. **40**. 310.
1955 E. J. Weiß & R. A. Rowland, Am. Min. **40**. 341.
1955 G. Brown, Min. Mag. **30**. 657.
1956 F. Lippmann, Journ. Sediment. Petr. **26**. 125.

8.) Chloritoid-Gruppe.

Nach der vorläufigen Strukturbestimmung von Brindley & Harrison (1952) soll Chloritoid kein Schichtsilikat sein, sondern inselförmige SiO_4-Tetraeder besitzen.

Chloritoid $(Fe, Mg)_2Al_4[(OH)_4 \mid O_2 \mid (SiO_4)_2]$ (?)
Monoklin-prismatisch C_{2h}^6—C2/c
$a_0 = 9{,}45 \quad b_0 = 5{,}48 \quad c_0 = 18{,}16$
$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}724 : 1 : 3{,}314$
$\beta = 101°30'$[1]) $\quad Z = 4$

Ganophyllit $(Na, K)\,(Mn, Al, Mg, Ca)_3[(OH)_2(OH, H_2O)_2 \mid (Si, Al)Si_3O_{10}]$
Monoklin-prismatisch
$a_0 = 5{,}6 \quad b_0 = 13{,}5 \quad c_0 = 12{,}5$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}415 : 1 : 0{,}926 \qquad \beta = 93°21'$[2])

Varietäten von Chloritoid sind: **Ottrelith**, mit viel $Fe^{\cdot\cdot}$ und Mn, **Mavinit**, mit viel $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$.

[1]) J. H. Milne, Am. Min. **34**. 1949. 442. – A. Hietanen, Am. Min. **36**. 1951. 859. – G. W. Brindley & F. W. Harrison, Acta Cryst. **5**. 1952. 698. – H. G. Bachmann, Z. Krist. **108**. 1956. 145.

[2]) F. A. Bannister in W. Campbell Smith, Min. Mag. **28**. 1948. 343.

9.) Kaolinit-Antigorit-Gruppe.

Die Kaolinmineralien Kaolinit, Dickit und Nakrit besitzen die Formel $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ und einen charakteristischen Schicht-Typus (Pauling 1930); hierbei sind 2/3 der oktaedrischen Koordinationszentren von Al besetzt.

Den gleichen Typ der Schichten weisen die Mg, Fe-Mineralien Antigorit (Aruja 1943), Amesit (Gruner 1944), Berthierin (ein Teil der bisherigen „Chamosite") und Cronstedtit auf; hierbei sind sämtliche oktaedrischen Koordinationszentren von (Mg, Fe) besetzt.

In den tetraedrischen Koordinationszentren besitzen die Kaolin-Mineralien und Antigorit lediglich Si, Amesit und Berthierin (Al, Si). Cronstedtit bemerkenswerterweise ($Fe^{\cdots}$, Si).

Röllchentextur wurde zunächst bei Chrysotil (Faserserpentin)*), in neuerer Zeit auch bei Kaolinit**) beobachtet.

Während die Entwässerungskurven der Chlorit-Mineralien zwei charakteristische Maxima aufweisen (entsprechend der Zerstörung der Brucitschichten und der Talkschichten), lassen die Entwässerungskurven der Kaolinit-Antigorit-Mineralien nur ein einziges Maximum erkennen (entsprechend dem charakteristischen Einschicht-Typus dieser Mineralien).

Analog der Polymorphie der Glimmer und Chlorite in Abhängigkeit von der Schichtenfolge, gibt es auch Kaolinit-Antigorit-Mineralien mit 1, 2, 3, 4 Schichten usw. pro Elementarzelle. (Es ist nicht sicher, ob alle unten mitgeteilten polymorphen Modifikationen der Kaolinmineralien Kaolinit, Dickit und Nakrit reell sein werden, oder ob es sich nur um verschiedene Interpretationen an sich identischer Röntgen- und Elektronenbilder handelt).

9a) Kaolinit-Reihe („dioktaedrisch").

Kaolinit $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$

1T-Typ: Triklin $C_i^1 - P\bar{1}$
$a_0 = 5{,}14$ $b_0 = 8{,}93$ $c_0 = 7{,}37$[1])
$\alpha = 91°48'$ $\beta = 104°30'$—$105°$ $\gamma = 90°$
$Z = 1$

2M-Typ: Monoklin-domatisch $C_s^4 - Cc$
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}92$ $c_0 = 14{,}53$[2])
$\beta = 100°12'$ $Z = 2$

Dickit $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$

2M′-Typ: Monoklin-domatisch $C_s^4 - Cc$
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}96$ $c_0 = 14{,}45$[2])
$\beta = 96°50'$ $Z = 2$

Nakrit $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$

4M-Typ: Monoklin-domatisch $C_s^4 - Cc$
$a_0 = 5{,}17$ $b_0 = 8{,}95$ $c_0 = 28{,}72$[2])
$\beta = 91°43'$ $Z = 4$
6R-Typ:
Pseudorhomboedrisch Pseudo-$C_{3v}^6 - R3c$
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}96$ $c_0 = 43{,}1$[3])
$\beta = 90°20'$ $Z = 6$

Anauxit $(Al, H_3)_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$

Isotyp mit Kaolinit
Al kann offenbar bis zu $^1/_3$ durch H_3 ersetzt werden

Donbassit $(Na, {}^1/_2Ca, {}^1/_2Mg)Al_4[(OH)_8 \mid AlSi_3O_{10}]$

Pulverdiagramm ähnlich Kaolinit[4])

Fireclay, ein Sedimentgestein, besteht vorzugsweise aus Kaolinit mit ungeordneter Schichtenfolge. **Chrom-Kaolinit** ist eine grüne Varietät von Kaolinit mit 0,4–1,1% Cr_2O_3[5]).

Für **Aquacreptit,** ca. $(MgH)_{2.67}Fe^{...}_{0.84}Al_{0.53}[(OH)_8 \mid Al_{0.07}Si_{3.93}O_{10}]$ konnte noch nicht entschieden werden, ob er mit Kaolinit oder Montmorillonit näher verwandt ist.

---

*) Aruja 1943; Bates, Sand & Mink 1950; Noll & Kirchner 1951; Whittaker 1953; Jagodzinski & Bagchi 1953; Jagodzinski & Kunze 1954.

**) Honjo & Mihama (1954) fanden unter 160 Kriställchen von Hongkong-Kaolin bei 149 die Faserachse [010], bei 8 [100] und bei 3 [310].

[1]) G. W. Brindley & K. Robinson, Min. Mag. **27**. 1946. 242 (Struktur, SR. **10**. 161).

[2]) J. W. Gruner, Z. Krist. **83**. 1932. 75, 394; **85**. 1933. 345 (Struktur, SB. **3**. 155). – R. E. Newnham & G. W. Brindley, Acta Cryst. **9**. 1956. 759.

[3]) S. B. Hendricks, Z. Krist. **100**. 1938. 509 (Struktur, SB. **7**. 37).

[4]) E. K. Lasarenko, Doklady Akad. Wiss. USSR **72**. 1950. 771.

[5]) T. Sudo & T. Anzai, Proc. Imp. Acad. Tokio **18**. 1942. 403.

Vgl. ferner

zu Kaolinit: S. B. Hendricks, Z. Krist. **95**. 1936. 247.
G. W. Brindley & K. Robinson, Trans. Farad. Soc. **42B**. 1946. 198.
Z. G. Pinsker, Doklady Akad. Wiss. USSR **73**. 1950. 107.
G. Honjo, N. Kitamura & K. Mihama, Clay Min. Bull. **2**. 1954. 133.
G. Honjo & K. Mihama, Acta Cryst. **7**. 1954. 511.
H. D. Glass, Am. Min. **39**. 1954. 193.

zu Dickit: S. B. Hendricks, Am. Min. **23**. 1938. 295.
K. C. Dunham, G. F. Claringbull & F. A. Bannister, Min. Mag. **28**. 1948. 338.
C. J. Ksanda & T. F. W. Barth, Am. Min. **20**. 1935. 631.

zu Nakrit: O. v. Knorring, G. W. Brindley & K. Hunter, Min. Mag. **29**. 1952. 973.
G. F. Claringbull, Min. Mag. **29**. 1952. 973.

Allgemein: L. Pauling, Proc. Acad. Sci. **16**. 1930. 578.
C. S. Ross & P. F. Kerr, US Geol. Surv. **165E**. 1930. 151.
R. W. Grimshaw, Heaton & A. L. Roberts, Trans. Brit. Ceram. Soc. **44**. 1945. 69.
R. E. Grim, Am. Min. **32**. 1947. 493.
R. E. Grim & W. F. Bradley, Am. Min. **33**. 1948. 50.

9b) Serpentin-Reihe („trioktaedrisch").

Serpentin wird von jeher als Blätterserpentin = Antigorit und Faserserpentin = Chrysotil unterschieden. Antigorit besitzt dem Kaolinit analoge Schichten (Aruja 1943)*), jedoch derart variiert, daß eine wellblechartige „Doppel-Halbwellen-Struktur" entsteht, in der jeweils zwei „Halbwellen" über „Mg-Brücken" alternierend aneinander gekoppelt sind (Kunze 1956). Chrysotil hat gleiche Schichten, diese sind jedoch zylindrisch eingerollt, so daß faserige Textur entsteht (Bates, Sands & Mink 1950; Noll & Kircher 1951)**).

Chamosit von Chamoson hat Chloritstruktur (s. dort), „Chamosite" mit Kaolinitstruktur werden nach einem Vorschlag der Nomenklatur-Kommission (1954) mit dem alten Namen Berthierin bezeichnet.

Antigorit (Serpentin) $Mg_6[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$

Klinoantigorit: Monoklin (Cm, C2 oder C2/m)
$a_0 = 5{,}30$ $b_0 = 9{,}20$ $c_0 = 7{,}46$[1])
$\beta = 91°24'$ $Z = 1$
Überzelle:
$a_0 = 8 \cdot 5{,}44$ $b_0 = 9{,}26$ $c_0 = 7{,}28$[1a])
$\beta = 91°24'$ $Z = 8$

Orthoantigorit: Hexagonal $C_{6v}^3 - P6_3cm$ (?)
$a_0 = 5{,}32$ $b_0 = 9{,}22$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}265$[2])
Überzelle:
$a_0 = 8 \cdot 5{,}475$[2])

Chrysotil = „Antigorit" mit Röllchen-Textur (Faserserpentin)

Klinochrysotil: Monoklin
$a_0 = 5{,}34$ $b_0 = 9{,}25$ $c_0 = 14{,}65$[3])
$\beta = 93°16'$ $Z = 2$
Faserachse a_0

Orthochrysotil: Rhombisch
$a_0 = 5{,}34$ $b_0 = 9{,}2$ $c_0 = 14{,}63$[4])
$Z = 2$
Faserachse a_0

Parachrysotil: Rhombisch
$a_0 = 5{,}3$ $b_0 = 9{,}24$ $c_0 = 14{,}7$[4a])
$Z = 2$
Faserachse b_0

Greenalith $(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{<6}[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$
Monoklin
$a_0 = 5{,}30$ (?) $b_0 = 2 \cdot 9{,}3$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}25$[5])
$\beta \sim 93°$ (?) $Z = 2$

Berthierin $(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al, Mg)_6[(OH)_8 \mid Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}]$
(„Kaolin-Chamosit")
1M-Typ: Monoklin-domatisch C_s^3—Cm
$a_0 = 5{,}41$ $b_0 = 9{,}33$ $c_0 \cdot \sin\beta = 7{,}04$[6])
$\beta = 104°30'$ $Z = 1$
1H-Typ: Hexagonal C_{3v}^1 — P3m1
$a_0 = 5{,}39$ $b_0 = 9{,}33$ $c_0 = 7{,}04$ $Z = 1$[6])

Amesit $Mg_{3,2}Al_{2,0}Fe^{\cdot\cdot}_{0,8}[(OH)_8 \mid Al_2Si_2O_{10}]$
2H-Typ: Hexagonal C_{6v}^3 — $P6_3cm$
$a_0 = b_0\sqrt{3}$ $b_0 = 9{,}19$ $c_0 = 14{,}01$ $Z = 2$[7])

Grovesit $(Mn, Mg, Al)_6[(OH)_8 \mid (Si, Al)_4O_{10}]$
$a_0 = 5{,}51$ $b_0 = 9{,}54$ $c_0 = 14{,}36$[8])

Cronstedtit $Fe^{\cdot\cdot}_4\,Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[(OH)_8 \mid Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2Si_2O_{10}]$
3R-Typ: Statistisch hexagonal C_3^4—R3
$a_0 = 5{,}49$ $b_0 = 9{,}51$ $c_0 = 21{,}29$ $Z = 3$[9])

Varietäten von Antigorit sind: **Ferro-Antigorit, Mangan-Antigorit, Nickel-Antigorit, Nepouit** (vielleicht **Schuchardtit, Rewdanskit, Röttisit, Connarit**) und **Chrom-Antigorit.**

Varietäten von Chrysotil sind: **Alumino-Chrysotil, Ferro-Chrysotil, Mangan-Chrysotil** und **Nickel-Chrysotil (Garnierit).**

Asbest besteht im allgemeinen aus Chrysotil (daneben gibt es auch kurzfaserigen Hornblendeasbest); **Bergleder, Bergkork** und zum Teil **Bergholz,** sind Habitusvarietäten von Chrysotil, Bergholz jedoch meist von Palygorskit. **Ishkyldit** ist strukturell unbekannt und soll als Faserachse 9,70 Å haben.

Ebenfalls faserig und vielleicht mit Chrysotil eng verwandt sind: **Karachait,** $MgO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$, **Kolskit,** $5MgO \cdot 4SiO_2 \cdot 4H_2O$, **Adigeit,** $5MgO \cdot 3SiO_2 \cdot 2^1/_2$ bis $4H_2O$, **Labit,** $Mg_3H_6[Si_8O_{22}] \cdot 2H_2O$ und **Maufit,** $(Mg, Fe, Ni)O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 4H_2O$[10]).

Eine Varietät von Amesit ist **Chrom-Amesit.** — Reiner **Ferro-Berthierin** geht beim Erhitzen an der Luft bei 400°C in Ferri-Berthierin über, wobei die äußeren OH-Schichten jeder „Kaolinit-Lage" in O übergehen, während die inneren OH-Schichten bis zu 450—500°C erhalten bleiben. Umgekehrt erfolgt Reduktion zu Ferro-Berthierin durch Erhitzen auf 460°C in H_2/H_2O-Atmosphäre[11]). **Lillit** soll mit Cronstedtit enger verwandt sein.

---

*) E. Aruja, Ph. D. Thesis, Cambridge 1943.

) T. F. Bates, L. B. Sands & J. F. Mink, Science **111. 1950. 512. – W. Noll & H. Kircher, N. Jb. Min. Mh. 1951. 113.

Faserachse ist meist [100]; Honjo & Mihama (1954) fanden unter 50 Chrysotilkriställchen bei 49 die Faserachse [100] und bei 1 [010]. – J. Zussman, Min. Mag. **30.** 1954. 498, stellte [100] als Faserachse fest für Serpentin von Süd-Rhodesien, Serpentin von New York, Serpentin von Montville/N. J., Schweizerit von Zermatt, Marmolith von Hoboken/N. J., Metaxit von Sachsen; [010] für Pikrosmin von Tirol, Pikrolith von Taberg/Schweden, „Antigorit" von Shipham Range?, „Antigorit" von Hokitika/N. Z.

Zur Röllchentextur vergleiche: H. Jagodzinski & S. N. Bagchi, N. Jb. Min. Mh. 1953. 97; H. Jagodzinski & G. Kunze, N. Jb. Min. Mh. 1954, 95, 113, 137; G. Kunze, Acta Cryst. **9.** 1956. 841.

[1]) H. G. Midgley, Min. Mag. **29**. 1951. 526. – Vgl. T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 167 (SR. **13**. 380).

[1a]) E. Aruja, Min. Mag. **27**. 1944. 65. – Vgl. J. Zussman, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.

[2]) G. W. Brindley & O. v. Knorring, Am. Min. **39**. 1954. 794. – D. McConnell, Am. Min. **39**. 1954. 830.

[3]) E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **9**. 1956. 855 (Struktur, mit zusammenfassender Diskussion der früheren Arbeiten). – Nach N. N. Padurow, Acta Cryst. **3**. 1950. 200, 204, ist die Symmetrie triklin-pseudomonoklin mit $a_0 = 5{,}33\, b_0 = 9{,}26\, c_0 = 7{,}36$, $\alpha = 92°\ 50'$ $\beta = 93°11'$ $\gamma = 89°50'$.

[4]) E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **4**. 1951. 187; **6**. 1953. 747; **9**. 1956. 862 (Struktur). – Vgl. E. J. W. Whittacker & J. Zussman, Min. Soc. Notice No. 91. 1955: **Para-Chrysotil** und **Lizardit** als Komponenten von Serpentin.

[4a]) E. J. W. Whittaker, Acta Cryst. **9**. 1956. 865.

[5]) J. W. Gruner, Am. Min. **21**. 1936. 449.

[6]) G. W. Brindley, Nature **164**. 1949. 319; Min. Mag. **29**. 1951. 502.

[7]) G. W. Brindley, B. M. Oughton & R. F. Youell, Acta Cryst. **4**. 1951. 552. – J. W. Gruner, Am. Min. **29**. 1944. 442 (Kaolinitstruktur). – Vgl. McMurchy, Z. Krist. **88**. 1934. 420; Bannister in Hallimond, Min. Mag. **25**. 1934. 441.

[8]) F. A. Bannister, M. H. Hey & W. Campbell Smith, Min. Mag. **30**. 1955. 645.

[9]) S. B. Hendricks, Am. Min. **24**. 1939. 529 (Struktur, SB. **7**. 40). – Vgl. B. Goßner, Zbl. Min. A. 1935. 195.

[10]) F. E. Keep, Trans. Geol. Soc. South Afr. **32**. 1929. 103.

[11]) G. W. Brindley & R. F. Youell, Am. Min. **38**. 1953. 398.

Ferner:

J. W. Gruner, Am. Min. **22**. 1937. 97; **24**. 1939. 186.
J. Fankuchen & M. Schneider, J. Am. Chem. Soc. **66**. 1944. 500.
M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **28**. 1948. 333.
G. C. Selfridge, Am. Min. **21**. 1936. 463.
D. M. Roy & R. Roy, Am. Min. **39**. 1954. 957.
J. Kouřimsky & V. Šatava, Acta Mus. Nat. Prag **10** B. 1954.
E. Slansky, Univ. Carolina, Geol. Vol. **1**. 1, Prag 1955 (Nepouit).
G. Kunze, Z. Krist. **108**. 1956. 82 (gewellte Struktur des Antigorits).
B. Nagy & G. T. Faust, Am. Min. **41**. 1956. 817.

10.) Halloysit-Reihe.

Während die Montmorillonit-Vermiculit-Mineralien entwässert und dann wieder hydratisiert werden können, ist die Entwässerung der Halloysit-Mineralien irreversibel (M. Mehmel 1935). In entwässertem Halloysit ist eine Überschußladung der Silikatschichten wie in den Montmorilloniten nicht vorhanden und deshalb werden nach dem Austritt von H_2O die van der Waalsschen Kräfte so groß sein, daß die nachträgliche Hydratisierung nur schwer möglich ist. Texturell besteht Halloysit aus wohlentwickelten Röllchen, die beim Übergang in Metahalloysit zersplittern und zerbrechen (Bates, Hildebrand und Swineford 1950).

Halloysit $\left\{\begin{array}{l} Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}] \\ (H_2O)_4 \end{array}\right.$ Monoklin-domatisch $C_s^3 - Cm$
$a_0 = 5{,}15\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 10{,}1—9{,}5$[1])
$\beta = 100°12'\ \ Z = 1$

Metahalloysit $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ Monoklin-domatisch $C_s^3 - Cm$
$a_0 = 5{,}15$ $b_0 = 8{,}9$ $c_0 = 7{,}9$—$7{,}5$[1])

Ferrihalloysit (aus den USSR) mit $Al : Fe''' \sim 3 : 1$ besitzt $a_0 = 5{,}16$, $b_0 = 8{,}92$, $c_0 = 10{,}9$, $\beta = 100°$, **Ferrimetahalloysit** $a_0 = 5{,}16$, $b_0 = 8{,}92$, $c_0 \sim 7{,}6$, $\beta = 105°30'$[2]).
Chrom-Halloysit ist eine lichtblaue Varietät von Halloysit mit 0,6% Cr_2O_3[3]). **Chromocker** und **Alexandrolith** besitzen wechselnde Chromgehalte. **Ablykit**, ein Tonmineral von Ablyk, USSR, gibt ein dem Halloysit ähnliches Pulverdiagramm[4]).
Bol (Bolus) werden feinerdige Gemenge von Halloysit mit Eisenoxydhydrat bezeichnet.

Dem Halloysit (= expandierter Kaolinit) entsprechende expandierte Serpentin-Mineralien sind bisher nicht bekannt geworden.

---

*) Generell bedeuten „Metamontmorillonit", „Metavermiculit", „Metahalloysit", „Meta-Autunit", „Metazeolithe" usw. die wasserärmsten Produkte. Der Name Endellit, für dessen Verwendung sich Verf. sehr einsetzte, zuletzt auf der Clay Minerals-Tagung in Cambridge 1956, ist vom Nomenclature Sub-Committee of Clay Minerals Group abgelehnt worden.

[1]) G. W. Brindley & K. Robinson, Min. Mag. **28**. 1948. 393; G. W. Brindley & J. Goodyear, Min. Mag. **28**. 1948. 407. – S. B. Hendricks, Am. Min. **23**. 1938. 295.
[2]) J. F. Pekun, Geol. Ges. Lwow (Lemberg) 1956.
[3]) G. S. Gritzaenko & S. W. Grum-Grzhimailo, Mém. Soc. Russe Min. **78**. 1949. 61.
[4]) J. D. Sedletzky & S. M. Yussupowa, Doklady Akad. Wiss. USSR **26**. 1940. 244.

Vgl. ferner:

1934 C. S. Ross & P. F. Kerr, U. S. Geol. Surv. **185** G. 135.
1935 M. Mehmel, Z. Krist. **90**. 35.
1938 S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, Am. Min. **23**. 863.
1940 C. H. Edelman & J. C. L. Favejee, Z. Krist. **102**. 417.
1942 S. B. Hendricks, Journ. Geol. **50**. 276.
1943 L. T. Alexander, G. T. Faust & S. B. Hendricks, Am. Min. **28**. 1.
1950 T. F. Bates, F. A. Hildebrand & A. Swineford, Am. Min. **35**. 463.
1954 H. H. Murray, Am. Min. **39**. 97.
1954 W. v. Engelhardt & H. Goldschmidt, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 319.
Zur Nomenklatur: D. M. C. MacEwan, Min. Mag. **28**. 1947. 36.

Anhang: Die Allophane

Manche der früher als Allophan bezeichneten Mineralien haben sich röntgenographisch als Halloysit, Metahalloysit, gelegentlich Kaolinit u. a. identifizieren lassen. Auf Vorschlag des Nomenklaturausschusses der Tonmineral-Gruppe 1954 sollen für die röntgenamorphen Mineralien folgende Namen beibehalten werden.

Allophan	Aluminiumsilikat mit $Al : Si = 1 : 1$
Ferriallophan	Allophan mit Fe''' z. T. für Al
Hisingerit	Ferrisilikat mit $Fe''' : Si \sim 1 : 1$

Die Röntgenuntersuchung ergab, daß Allophan von Lawrence County, Indiana, eine geordnetere Struktur als Glas besitzt[1]). Ein „Hisingerit" von Japan gibt drei

breite Linien, die Nontronit entsprechen[2]). Mit Hisingerit soll **Canbyit** identisch sein[3]).

---

[1]) W. A. White, Am. Min. **38**. 1953. 634.
[2]) T. Sudo & T. Nakamura, Am. Min. **37**. 1952. 618.
[3]) S. H. U. Bowie, Bull. Geol. Surv. Great Britain, **10**. 1955. 45.

Die Tonmineralien — Zusammenfassung

Die silikatischen Tonmineralien sind pseudohexagonale Phyllosilikate, deren Korngröße unter 0,02 mm liegt. Diese Phyllosilikate sind die Glimmer und die damit verwandten Hydroglimmer, Montmorillonite und Vermiculite, ferner die Chlorite mit den Montmorillonit-Chloriten und Vermiculit-Chloriten und nicht zuletzt die Mineralien der Kaolinit-Antigorit-Gruppe einschließlich Halloysit. Von diesen steht mengenmäßig Kaolinit an erster Stelle; Kaolin oder Porzellanerde ist reiner weißer Kaolinit; feuerfeste Tone können gleichfalls fast 100% Kaolinit enthalten; Spezialtone, wie die Bleicherden, Walkerden, Bentonite bestehen hauptsächlich aus Montmorillonit und verdanken diesem ihre gute Quellbarkeit und Absorptionsfähigkeit sowie ihr hohes Kationenaustauschvermögen; auch die Hydromuskovite oder Illite spielen eine große Rolle. In den Böden sind die silikatischen Tonmineralien („Bodenkolloide") weitgehend für den Wasser- und Kalihaushalt verantwortlich. Die eigentlichen Glimmer treten in den Tonen an Bedeutung zurück.

11.) Pyrosmalith-Reihe. Hexagonal. Homöotypie.

Es handelt sich auf Grund der physikalischen und morphologischen Eigenschaften offenbar um Phyllosilikate, deren Silikatschichten vielleicht dem Cronstedtit bzw. Kaolinit nicht unähnlich sind; auf Grund der Gitterdimensionen kann man annehmen, daß a_0 von Pyrosmalith analog [210] der Glimmer ist*), c_0 entspricht dem Kaolinit bzw. Cronstedtit; Pyrosmalith hat anscheinend eine Einschichtstruktur, Schallerit eine Zweischichtstruktur und Friedelit eine Dreischichtstruktur (Frondel & Bauer 1953).

Pyrosmalith $(Mn, Fe)_{14}[(OH, Cl)_{14} \mid Si_{14}O_{35}]$
Ditrigonal-skalenoedrisch D^3_{3d}—P 3m1
$a_0 = 13{,}44$ $c_0 = 7{,}20$ $c_0/a_0 = 0{,}536$ $Z = 1$[1])

Schallerit $(Mn, Fe)_{14}[(OH)_{14} \mid (Si, As)_{14}O_{35}]$
Ditrigonal-skalenoedrisch (?), P-Gitter
$a_0 = 13{,}43$ $c_0 = 14{,}31$ $c_0/a_0 = 1{,}0655$ $Z = 2$[2])

Friedelit $(Mn, Fe)_{14}[(OH, Cl)_{14} \mid Si_{14}O_{35}]$
Ditrigonal-skalenoedrisch, R-Gitter
$a_0 = 13{,}40$ $c_0 = 21{,}43$ $c_0/a_0 = 1{,}599$ $Z = 3$[3])

Klassifikation der Phyllosilikate

Strukturtypus: glimmerartige Schichten

	Pyrophyllit-Glimmer-Gruppen		Montmorillonit-Vermiculit-Gruppe („H_2O-expandierte Glimmer“)		Chlorit-Gruppe („OH-expandierte Glimmer“)	
	Pyrophyllit-Muskovit-Reihen Dioktaedrisch	Talk-Biotit-Reihen Trioktaedrisch	Montmorillonit-Reihe Dioktaedrisch	Vermiculit-Reihe Trioktaedrisch	– Dioktaedrisch	Chlorit-Reihe Trioktaedrisch
Al:Si = 0:4	**Pyrophyllit** $Al_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5{,}1\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 2 \cdot 9{,}3$ $\beta = 99° 55'$	**Talk** $Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5{,}3\ \ b_0 = 9{,}1\ \ c_0 = 2 \cdot 9{,}4$ $\beta = 100° 00'$	**Montmorillonit** $\{(Al, Mg)_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{\ 0{,}33}\ \ Na_{.33}(H_2O)_4\}$ $a_0 = 5{,}1\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 15{,}2$ $\beta = ?$	**Stevensit** $\{Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{-0.15}\ \ X_{.15}(H_2O)_4\}$ $a_0 = 5{,}3\ \ b_0 = 9{,}2\ \ c_0 = 2 \cdot 14{,}4$ $\beta \sim 97°$	? $\{(Al, Fe^{\cdots})_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]\ \ Mg, Al, Fe)_{\leqslant 3}(OH)_6\}$	**Talk-Chlorit** $\{Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]\ \ Mg_3(OH)_6\}$
Al:Si = 1:3	**Muskovit** $KAl_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ $a_0 = 5{,}2\ \ b_0 = 9{,}0\ \ c_0 = 2 \cdot 10{,}0$ $\beta = 95° 30'$ **Hydromuskovite (Illite)**	**Biotit** $K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ $a_0 = 5{,}3\ \ b_0 = 9{,}2\ \ c_0 = 2 \cdot 10{,}2$ $\beta = 99° 18'$ **Hydrobiotite**	**Beidellit** $\{Al_{2.17}[(OH)_2 \mid Al_{0.83}Si_{3.17}O_{10}]^{-0.32}\ \ Na_{.32}(H_2O)_4\}$ $a_0 = 5{,}2\ \ b_0 = 9{,}0\ \ c_0 = 15{,}8$ $\beta = ?$ **exp. Hydromuskovite (Ca-Illite)**	**Batavit** $\{(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{-0.33}\ \ Mg_{.33}(H_2O)_4\}$ $a_0 = 5{,}3\ \ b_0 = 9{,}2\ \ c_0 = 2 \cdot 14{,}5$ $\beta \sim 97°$ **exp. Hydrobiotite (Stilpnomelan)**	? $\{(Al, Fe^{\cdots})_{2\text{-}3.3}[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]\ \ (Mg, Al, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots})_{\leqslant 3}(OH)_6\}$	**Klinochlor** $\{(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]\ \ Mg_3(OH)_6\}$ $a_0 \sim 5{,}3\ \ b_0 \sim 9{,}3\ \ c_0 \sim 2 \cdot 14{,}3$ $\beta = 96° 50'$
Al:Si = 2:2	**Margarit** $CaAl_2[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5{,}1\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 2 \cdot 9{,}7$ $\beta = 100° 48'$	**Xanthophyllit** $CaMg_3[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5{,}2\ \ b_0 = 9{,}0\ \ c_0 = 9{,}99$ $\beta = 100° 03'$				**Korundophilit** $\{(Al, Mg, Fe)_3[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]\ \ Mg_3(OH)_6\}$ $a_0 = 5{,}36\ \ b_0 = 8{,}95\ \ d_{(001)} = 2 \cdot 14{,}15$ $\beta = ?$

Strukturtypus: kaolinitartige Schichten

	Kaolinit-Serpentin-Gruppe		Halloysit-Gruppe („H_2O-expandierte Kaolinite“)		– („OH-expandierte Kaolinite“, bisher unbekannt)	
	Kaolinit-Reihe Dioktaedrisch	Serpentin-Reihe Trioktaedrisch	Halloysit-Reihe Dioktaedrisch	– Trioktaedrisch	– Dioktaedrisch	– Trioktaedrisch
Al:Si = 0:4	**Kaolinit** $Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5{,}1\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 2 \cdot 7{,}4$ $\beta \sim 100°$	**Serpentin** $Mg_6[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ $a_0 = 5{,}4\ \ b_0 = 9{,}3\ \ c_0 = 7{,}3$ $\beta = 91° 24'$	**Halloysit** $\{Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]\ \ (H_2O)_4\}$ $a_0 = 5{,}1\ \ b_0 = 8{,}9\ \ c_0 = 10{,}1$ $\beta \sim 100°$	„Hydro-Serpentin“ (?) $\{Mg_6[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]\ \ (H_2O)n\}$	„Hydrargillit-Kaolinit“ (?) $\{Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]\ \ Al_2(OH)_0\}$	„Brucit-Serpentin“ (?) $\{Mg_6[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]\ \ Mg_3(OH)_6\}$
Al:Si = 1:3	**Donbassit** $(Na, {}^1/_2Ca, {}^1/_2Mg)\ Al_4[(OH)_8 \mid AlSi_3O_{10}]$ –	**Berthierin** $(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots}, Al, Mg)_6[(OH)_8 \mid Al_{1.5}Si_{2.5}O_{10}]$ $a_0 = 5{,}4\ \ b_0 = 9{,}3\ \ c_0 \cdot \sin\beta = 7{,}04$ $\beta \sim 90°$				
Al:Si = 2:2	? $Al_4H_2[(OH)_8 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ –	**Amesit** $(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_4Al_2[(OH)_8 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ $a_0 = 5{,}3\ \ b_0 = 9{,}2\ \ c_0 = 2 \cdot 7{,}0$				

Übersichtstafel I

Der Originalpyrosmalith von Nordmarken hat Mn:Fe fast genau 1:1, im Pyrosmalith von Dannemora herrscht sogar Mn etwas vor; sonach kann mit **Mangan-Pyrosmalith** kaum eine Spezies, sondern nur eine Varietät mit stärker vorherrschendem Mn verstanden werden; desgleichen wäre „Ferro-Schallerit"[4]) mit stärker vorherrschendem Fe lediglich eine Varietät, da er jedoch zudem eine Dreischichtstruktur besitzt, handelt es sich in diesem Falle um eine Varietät von Friedelit, also **Ferro-Friedelit. Bementit,** ungefähr $(Mn, Fe)_{14}[(OH)_{14}|Si_{14}O_{35}]$, besitzt offenbar kaolinitartige Schichten, möglicherweise in einer Variante wie in den Mineralien der Pyrosmalith-Reihe; sein Pulverdiagramm ähnelt sowohl dem von Schallerit (priv. Mitt. W. T. Schaller 1954) als auch dem von Antigorit (priv. Mitt. C. Frondel 1956), was vielleicht als Bestätigung eines Kaolinitschichtentypes für vorliegende Mineralien mit Ein- und Mehrschichtvarianten aufgefaßt werden kann.

Anhang:

Naujakasit[5]) $Na_4Fe^{\cdot\cdot}Al_4H_4Si_8O_{27}$[6])

Monoklin, pseudohexagonal

$a_0 = 15{,}09 \quad b_0 = 8{,}00 \quad c_0 = 19{,}5$

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}886 : 1 : 2{,}435 \quad \beta \sim 90° \quad Z = 4$

Naujakasit spaltet sehr gut nach der pseudohexagonalen Basis und gleicht somit den Glimmern, die Formel könnte vielleicht $Na_4Fe^{\cdot\cdot}Al_4[(O, OH)_4|Si_4O_{10}]_2$ geschrieben werden, doch lassen die Gitterkonstanten a_0 und c_0 bislang keine näheren Beziehungen zu den Phyllosilikaten, auch nicht zu Lamprophyllit, Astrophyllit oder Molybdophyllit (?) erkennen.

*) H. Strunz, Min. Tab. 1941, 207; 1949, 222.

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **76**. 1931. 525. – Nach Frondel & Bauer 1953 (s. Zitat 2) $a_0 = 13{,}36$, $c_0 = 7{,}16$.

[2]) C. Frondel & L. H. Bauer, Am. Min. **38**. 1953. 755. – Nach D. McConnell, Am. Min. **39**. 1954. 929, für Schallerit mit 6,37% As_2O_3: $a_0 = 13{,}36$, $c_0 = 14{,}24$, Formel $(Mn, Mg, Fe)_{4,0}As_{0,7}Si_3O_9(OH)_4$, $Z = 8$. – Vgl. M. H. Hey, Am. Min. **41**. 1956. 134.

[3]) C. Frondel & L. H. Bauer 1953, l. c.

[4]) L. H. Bauer & H. Berman, Am. Min. **15**. 1930. 340. – Ch. Palache 1935.

[5]) O. B. Böggild, Medd. om Grönland **92**. 1933. Nr. 9 (mit Röntgenergebnissen nach B. Goßner & O. Kraus).

[6]) Diese Formel wurde mit Hilfe der bei Böggild genannten Analyse, Gitterkonstanten und Dichte berechnet.

12.) Palygorskit-Sepiolith-Gruppe.

Palygorskit und Sepiolith besitzen Tetraederschichtstrukturen mit kettenförmigen Bauelementen in Richtung [100], und zwar hat Palygorskit Pyroxendoppelketten ($b_0 = 2 \cdot 9{,}0$ Å), Sepiolith Pyroxendreierketten ($b_0 = 3 \cdot 9{,}0$ Å). Ein Teil des Wassers (außerhalb der Klammer geschrieben) ist zeolithisch gebunden (Longchambon 1935) und kann u. a. durch langgestreckte organische Moleküle ersetzt werden; es ist auf diese Weise sogar deren Trennung von globularen Molekülen möglich (Nederbragt 1949).

a) Palygorskit-Reihe. Isotypie.

Palygorskit $Mg_{2,5}[(H_2O)_2|OH|Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$
(Attapulgit) Rhombisch oder monoklin C_{2h}^3-A2/m
$a_0 = 5{,}2$ $b_0 = 2\cdot 9{,}0$ $c_0 = 13{,}4$ $\beta = 90 - 93°$ $Z = 2$[1])

„Ferripalygorskit" $(Mg,Fe^{\cdots})_{\leq 2,5}[(H_2O)_2|OH|Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$[2])
(Pilolith?)

b) Sepiolith-Reihe. Isotypie.

Sepiolith $Mg_4[(H_2O)_3|(OH)_2|Si_6O_{15}]\cdot 3H_2O$
(Meerschaum) Rhombisch D_{2h}^6-Pncn
$a_0 = 5{,}28$ $b_0 = 26{,}8$ $c_0 = 13{,}4$ $Z = 2$[3a,3])

Ferrisepiolith $(Mg,Fe^{\cdots},Fe^{\cdot\cdot})_{\leq 4}[(H_2O)_3|(OH)_2|Si_6O_{15}]\cdot 3H_2O$
(Gunnbjarnit[4]), Xylotil z. T.) Rhombisch
$a_0 = 5{,}30$ $b_0 = 27{,}00$ $c_0 = 13{,}42$ $Z = 2$[4a])

Im Palygorskit ist Mg + Si zum Teil durch Al + Al diadoch vertreten. Identisch mit Palygorskit sind: **Bergleder** von Kaltenstein und Gräfenberg in Schlesien, Oberdorf in der Steiermark und Auerbach in Baden, **Bergkork** von Wallis in der Schweiz; identisch mit Sepiolith sind: **Xylotil** und **Bergholz** von Schneeberg und Sterzing in Tirol, Bergleder von Sunk bei Trieben in der Steiermark, „Palygorskit" von Solberg in Schweden; Bergkork von der Eichamwand bei Prägratten und vom Zillertal in Tirol, **Bergwolle** von Pfitsch in Tirol und Bergleder von den Totenköpfen im Stubachtal (Brauner & Preisinger 1956).

---

[1]) G. Nagelschmidt, Nature **142**. 1938. 114 (Strukturschema). — W. F. Bradley, Am. Min. **25**. 1940. 405 (Struktur).

[2]) Nicht mit Sicherheit bekannt.

[3]) B. Nagy & W. F. Bradley, Am. Min. **40**. 1955. 885 (Strukturschema): Rhombisch oder C_{2h}^3—C2/m. — [3a]) K. Brauner & A. Preisinger, Rend. Soc. Min. Ital. **12**. 1956. 69. — Tscherm. Min. Petr. Mitt. **6**. 1956. 120: $a_0 = 5{,}28$, $b_0 = 26{,}8$, $c_0 = 13{,}4$, D_{2h}^6—Pncn (Struktur).

[4]) O. B. Böggild, Medd. om Grönland. **142**. 1951. 3. — [4a]) H. Strunz, Fortschr. Min. **34**. 1956. 48; N. Jb. Min. Mh. 1957.

[5]) I. Stephen, Min. Mag. **30**. 1954. 471.

[6]) G. W. Nederbragt, Clay Min. Bull. **1**. 1949. 72.

13.) Truscottit-Gruppe. Wohl Homöotypie.

Die Strukturen dieser Mineralien sind unbekannt und damit die Formeln nicht gesichert.

Truscottit $Ca_2[Si_4O_{10}]\cdot H_2O$
Hexagonal
$a_0 = 9{,}72$ $c_0 = 18{,}71$ $c_0/a_0 = 1{,}925$ $Z = 6$[1])

Gyrolith $Ca_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$
Hexagonal-pyramidal C_6^2—$C6_1$ und C_6^3—$C6_5$
$a_0 = 9{,}72$ $c_0 = 6\cdot 22{,}13$ $c_0/a_0 = 6\cdot 2{,}277$
$Z = 36$[2])

Radiophyllit $Ca_4[(OH)_4 \mid Si_4O_{10}] \cdot 2H_2O$
Optisch einachsig

Zeophyllit $Ca_5[(OH, F)_6 \mid Si_4O_{10}]$
Hexagonal
$c/a = 2{,}2451$[3])

Von **Centrallasit,** $Ca_2[Si_4O_{10}] \cdot 2^1/_2H_2O$ sind keine kristallographischen Daten bekannt. Truscottit geht beim Erhitzen zunächst in Wollastonit + Cristobalit, dann in Pseudowollastonit + Cristobalit über[1]), Gyrolith in Pseudowollastonit[2]).

[1]) A. L. Mackay & H. F. W. Taylor, Am. Min. **39**. 1954. 841.
[2]) A. L. Mackay & H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 80. – Formel hier geändert.
[3]) O. B. Böggild, Medd. om Grönland **34**. 1908. 111.

F.) Abteilung der Tektosilikate (Gerüststrukturen)

Ohne fremde Anionen

1.) Nephelin-Trimerit-Gruppe (hexagonal und pseudohexagonal).

Synthetisch β-$Li[AlSiO_4]$[1a]) (> 972° C) Hexagonal-trapezoedrisch D_6^4—$P6_222$ und D_6^5—$P6_422$
$a_0 = 5{,}28$ $c_0 = 11{,}27$ $c_0/a_0 = 2{,}134$ $Z = 3$[1])

Nephelin $KNa_3[AlSiO_4]_4$ Hexagonal-pyramidal $C_6^6 - P6_3$
$a_0 = 10{,}01$ $c_0 = 8{,}41$ $c_0/a_0 = 0{,}840$ $Z = 2$[2])

Kalsilit $K[AlSiO_4]$ Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_32$
$a_0 = 5{,}18$ $c_0 = 8{,}69$ $c_0/a_0 = 1{,}678$ $Z = 2$[3])

Kaliophilit $K[AlSiO_4]$ Hexagonal-trapezoedrisch $D_6^6 - P6_32$
$a_0 = 27{,}06$ $c_0 = 8{,}61$ $c_0/a_0 = 0{,}318$ $Z = 54$[4])
Pseudozelle:
$a'_0 = 15{,}62$ $c_0 = 8{,}61$ $c_0/a'_0 = 0{,}551$ $Z = 18$

Synthetisch $K[AlSiO_4]$ Rhombisch-disphenoidisch $D_2^2 - P222_1$
$a_0 = 9{,}01$ $b_0 = 15{,}67$ $c_0 = 8{,}57$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}575 : 1 : 0{,}547$ $Z = 12$[5])

Trimerit $CaMn_2[BeSiO_4]_3$ Monoklin-prismatisch $C_{2h}^5 - P2_1/c$ (?)
$a_0 = 16{,}14$ $b_0 = 7{,}62$ $c_0 = 27{,}92$
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}118 : 1 : 3{,}664$ $\beta = 90°09'$ $Z = 16$[6])
Pseudohexagonale Zelle (C_{6h}^2 oder C_{6h}^1):
$a_0 = 16{,}14$ $c'_0 = 7{,}62$ $c'_0/a_0 = 0{,}472$ $Z = 8$

Die Zellgrößen von Nephelin und Kaliophilit lassen nach Schiebold (1930) und Bannister (1931) auf tridymitartige Gittergerüste schließen. Trimerit

ist homöotyp mit Beryllonit $Na[BePO_4]$; er besitzt ausgesprochen pseudohexagonale Symmetrie nach b [010] und kann auf Grund ähnlicher Gitterkonstanten mit Kaliophilit verglichen werden.

Die gesteinsbildenden Nepheline enthalten immer ungefähr 5% K_2O, auch etwas CaO; damit in Übereinstimmung steht das Ergebnis der Strukturbestimmung von Buerger und Mitarbeitern, das gittergeometrisch zu der Formel $KNa_3[AlSiO_4]_4$ führt; in einem Vorkommen wurde Be beobachtet, das wohl die Stelle von Al einnehmen wird. **Eläolith** ist getrübter Nephelin, in welchem sich infolge langsamer Abkühlung die Kalikomponente entmischt hat, ganz so wie bei den sog. Antiperthiten. **Igalikit,** etwa $KNaH_2[Al_4Si_4O_{16}] \cdot H_2O$, ist wahrscheinlich ein Gemenge von Nephelin und Kalifeldspat (H. Sörensen 1956).

β-Carnegieit, $Na[AlSiO_4]$, als Mineral unbekannt, bildet sich aus Nephelin beim Erhitzen auf 1248°C; kubisch $T^4 - P2_13$, $a_0 \sim 7{,}4$, $Z = 4$, er besitzt ein Cristobalitgitter mit zusätzlichem Na und wandelt sich beim Abschrecken bei 690°C in α-Carnegieit um. Gleichfalls mit Cristobalit verwandt ist **Tschkalowit,** $Na_2[BeSi_2O_6]$, rhombisch, C_{2v}^{19}—F2dd, $a_0 = 7{,}0$, $b_0 = 21{,}1$, $c_0 = 21{,}1$[8]).

Anhang:

Petalit $Li[AlSi_4O_{10}]$ Monoklin-prismatisch C_{2h}^4—P2/a
$a_0 = 11{,}76$ $b_0 = 5{,}14$ $c_0 = 7{,}62$[7])
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}288 : 1 : 1{,}482$ $\beta = 112°24'$ $Z = 2$

Die Struktur enthält stark gewellte Si_4O_{10}-Schichten, die durch Al[4] miteinander verknüpft sind; Li hat gleichfalls die Koordinationszahl 4.

---

[1]) H. G. F. Winkler, Acta Cryst. **1**. 1948. 27; **6**. 1953. 99. – [1a]) Eukryptit, α-$LiAl[SiO_4]$, hat Phenakitstruktur (s. Nesosilikate).

[2]) Th. Hahn & M. J. Buerger, Z. Krist. **106**. 1955. 308 (Struktur). – Vgl. C. Gottfried, Z. Krist. **65**. 1927. 100. – F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **22**. 1931. 569. – A. & T. Miyashiro, Journ. Fac. Sci. Univ. Tokio **9**. 1954. 267; sowie Fußnote 7. – M. J. Buerger, G. E. Klein & G. Donnay, Am. Min. **39**. 1954. 805.

[3]) G. F. Claringbull & F. A. Bannister, Acta Cryst. **1**. 1948. 42 (Struktur, SR. **11**. 477). – Vgl. Th. G. Sahama, K. J. Neuvonen & K. Hytönen, Min. Mag. **31**. 1956. 200.

[4]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **73**. 1930. 187. – F. A. Bannister & M. H. Hey 1931, l. c. – J. S. Lukesh & M. J. Buerger, Am. Min. **27**. 1942. 226.

[5]) G. Kunze, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1954. 99.

[6]) G. Aminoff, Geol. Fören. Förh. **48**. 1926. 19.

[7]) A. Zemann-Hedlik & J. Zemann, Acta Cryst. **8**. 1955. 781 (Struktur). – Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **74**. 1930. 62. – E. Tavora, An. Acad. Brasil. Sci. **24**. 1952. 175.

[8]) J. A. Pjatenko, Diss. Staatl. Univers. (Lomonossow), Moskau 1955.

2.) Analcim-Leucit-Gruppe. Homöotypie.

Analcim $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^{10} — Ia3d
$a_0 = 13{,}71$ $Z = 16$[1])

Leucit ($< 605°C$) α-$K[AlSi_2O_6]$ Tetragonal-pseudokubisch C_{4h}^6 — $I4_1/a$
$a_0 = 13{,}04$ $c_0 = 13{,}85$[2])
$c_0/a_0 = 1{,}062$ $Z = 16$

β-Leucit (> 605° C)	β-$K[AlSi_2O_6]$	Kubisch-hex'oktaedrisch $a_0 = 13{,}43$[2a])
Pollucit	$(Cs, Na)[AlSi_2O_6] \cdot H_2O_{<1}$	Kubisch-hex'oktaedrisch O_h^{10} — Ia3d $a_0 = 13{,}74$ $Z = 16$[3])
Wairakit	$Ca[AlSi_2O_6]_2 \cdot 2H_2O$	Monoklin pseudokubisch I2/a (oder Ia) $a_0 = 13{,}69$ $b_0 = 13{,}68$ $c_0 = 13{,}56$[4]) $\beta = 90°30'$ $Z = 8$

Die unterschiedliche Raumbeanspruchung von Na und Ca einerseits sowie K und Cs andererseits hat zur Folge, daß die „(Na, Ca)-Analcime" zusätzlich H_2O enthalten können, während die „(K, Cs)-Analcime" wegen der größeren Raumbeanspruchung der Kationen wasserfrei sind; Mischkristalle, wie z. B. der (Cs, Na)-Pollucit, enthalten soviel Moleküle H_2O wie kleine Kationen (Na) vorhanden sind.

Vom Analcim soll es nach D. S. Coombs 1955[4]) auch 2 nicht kubische Modifikationen geben, von denen die eine lediglich im optischen Verhalten von kubischer Symmetrie abweicht, während die andere trigonal oder pseudotrigonal kristallisiert mit $a_{rh} = 31{,}71$ und $\alpha = 90°31$, $Z = 16$, innenzentrierte Zelle (bzw. $a_{rh} = 11{,}91$, $\alpha = 109°42^1/_2'$, $Z = 8$, primitive Zelle). **Viséit** (Mélon 1942), kubisch oder pseudokubisch, nach McConnell[5]) ein Phosphat-Hydroxo-Analcim mit $a_0 = 13{,}65$, hat vielleicht die Formel $NaCa_5[Al_{10}Si_3P_5O_{30}(OH)_{18}] \cdot 8H_2O$ mit $Z = 2$ und eine Gerüststruktur mit (H_4O_4)-Tetraedern z. T. an Stelle von (SiO_4).

Die in der Natur vorkommenden Leucite sind stets Paramorphosen der tetragonalen nach der ursprünglich kubischen Modifikation.

---

[1]) W. Hartwig, Zbl. Min. 1928. 380. – W. H. Taylor, Z. Krist. **74**. 1930. 1; **99**. 1938. 283 (Struktur, SB. **2**. 148). – Vgl. auch Náray-Szabó 1938, l. c.; J. W. Gruner, Z. Krist. **68**. 1928. 363; W. Hartwig, Z. Krist. **78**. 1931. 173; J. R. Beattie, Acta Cryst. **7**. 1954. 357.

[2]) J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **205**. 1937. 1077; Bull. Soc. Franç. Min. **61**. 1938. 228. – St. v. Náray-Szabó, Z. Krist. **104**. 1942. 39 (Struktur, SR. **9**. 256). – [2a]) J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **63**. 1940. 5.

[3]) B. Goßner & E. Reindl, Zbl. Min. 1932. 330 (Gitterkonstanten). – H. Strunz, Z. Krist. **95**. 1936. 1 (Formel u. Isotypie). – St. v. Náray-Szabó, Z. Krist. **99**. 1938. 277 (Struktur, SB. **6**. 34). – Vgl. W. E. Richmond & F. A. Gonyer, Am. Min. **23**. 1938. 783. – H. J. Nel, Am. Min. **29**. 1944. 443.

[4]) A. Steiner, Min. Mag. **30**. 1955. 691 (Erstbeschreibung). – D. S. Coombs, Min. Mag. **30**. 1955. 699 (Gitterkonstanten).

[5]) D. McConnell, Am. Min. **37**. 1952. 609.

3.) Feldspat-Gruppe.

Die Feldspate als die weitaus wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien sind nach G. Tschermak (1864/65) so gut wie stets Mischkristalle (oder Entmischungskörper) der drei Komponenten:

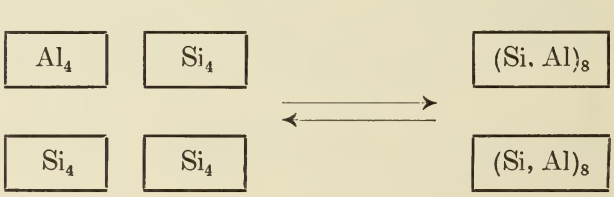
Anorthit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	**An**
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	**Ab**
Orthoklas	$K[AlSi_3O_8]$	**Or.**

Von diesen sind **An-Ab** bei allen Temperaturen unbegrenzt mischbar; **An-Or** sind nicht mischbar; **Ab-Or** mischen sich bei hohen Temperaturen fast unbegrenzt, bei langsamer Abkühlung erfolgt jedoch Entmischung (Perthitisierung) und in primären Tieftemperatur-„Orthoklasen" wird von vornherein so gut wie kein An aufgenommen. Dieses früher als eigenartig empfundene Verhalten ist auf Grund der Ionenradien von Ca, Na und K sowie Si und Al verständlich geworden.

In großen Zügen betrachtet, gibt es von allen 3 Komponenten eine Tieftemperatur- und eine Hochtemperatur-Modifikation. Die Tief- und Hochtemperatur-Modifikationen von An und Ab und deren Mischkristalle sind triklin (Plagioklase); die Tieftemperatur-Modifikation von Or ist gleichfalls triklin (Mikroklin), die zugehörige Hochtemperatur-Modifikation ist monoklin (Sanidin). Die Existenz einer Tief- und Hochtemperaturoptik der Plagioklase ist von A. Köhler (1942) beobachtet worden, für Mikroklin-Sanidin ist sie seit langem bekannt (vgl. E. Spencer 1937).

Nach F. Machatschki (1928) und den Strukturbestimmungen W. H. Taylors und seiner Mitarbeiter (1933/34) besitzen die Feldspate Tetraeder-Gerüststrukturen, in denen sowohl Si^{4+} als auch Al^{3+} von vier O „tetraedrisch" umgeben sind. Raumbeanspruchung und koordinatives Verhalten von Si und Al weisen bei tiefer Temperatur größere Unterschiede auf als bei hohen Temperaturen, so sind z. B. im Sanidin 4 Al + 12 Si auf zwei geometrisch verschiedene achtzählige Punktlagen statistisch-ungeordnet verteilt (W. H. Taylor 1933), in der Tieftemperaturphase Mikroklin hingegen liegt (nach Tom. F. W. Barth, 1934) eine geordnete Aufteilung in vier vierzählige Punktlagen vor, so daß — was besonders hervorzuheben ist — Al für sich eine spezielle vierzählige Punktlage einnimmt:

Mikroklin, $K[AlSi_3O_8]$ Sanidin, $K[(Si, Al)_4O_8]$



Über die Struktur der Tief- und Hochtemperatur-Plagioklase sind während der letzten Jahre zahlreiche Arbeiten erschienen (s. u.).

3a) Reihe der Kalknatronfeldspate (Plagioklase). Triklin-pinakoidal, $C_i^1 - P\,1$.

Vom $CaAl_2Si_2O_8$ gibt es außer dem in der Natur häufigen Anorthit und dem Hoch-Anorthit zwei weitere, nur synthetisch bekannt gewordene Modifikationen, eine rhombische bei etwa 1000°C und eine hexagonale bei etwa 1200°C (s. Übersichtstafel II).

Vom reinen $NaAlSi_3O_8$ gibt es den Albit und Hoch-Albit; ein Gehalt von wenig K führt in einen kritischen Mischungsbereich, insofern als die Substanz (Na, K)[(Al, Si)$_4$O$_8$] (mit etwa 8% Anteil der K-Komponente) dimorph ist: als **Analbit** ist sie triklin und mischbar mit Hoch-Albit, als **Barbierit** ist sie monoklin und mischbar mit Sanidin.

Anorthit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	$a_0 = 8{,}177$ $b_0 = 12{,}877$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}084_5$[1])
	(mit Ab 0—1/8)	$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}635 : 1 : 2 \cdot 0{,}550$
		$\alpha = 93°10'$ $\beta = 115°51'$ $\gamma = 91°13'$ $Z = 8$
Bytownit	Ab 1/8—1/3	Gitterkonstanten ähnlich Anorthit
		$a : b : c = ?$
Labradorit	Ab 1/3—1/2	$a_0 = 8{,}16$ $b_0 = 12{,}86$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}10$[1])
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}635 : 1 : 2 \cdot 0{,}552$
		$\alpha = 93°34'$ $\beta = 116°06'$ $\gamma = 89°47'$ $Z = 8$
Andesin	Ab 1/2—2/3	Gitterkonstanten ähnlich Albit
		$a : b : c = 0{,}6355 : 1 : 0{,}5517$
		$\alpha = 93°23'$ $\beta = 116°28'$ $\gamma = 89°59'$
Oligoklas	Ab 2/3—7/8	$a_0 = 8{,}18$ $b_0 = 12{,}93$ $c_0 = 7{,}14$
		$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}633 : 1 : 0{,}552$
		$\alpha = 93°04'$ $\beta = 116°22'$ $\gamma = 90°05'$ $Z = 4$
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	$a_0 = 8{,}135$ $b_0 = 12{,}788$ $c_0 = 7{,}154$[1])
	(Ab 7/8—8/8)	$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}636 : 1 : 0{,}559$
		$\alpha = 94°13\frac{1}{2}'$ $\beta = 116°31'$ $\gamma = 87°42\frac{1}{2}'$ $Z = 4$

Mit **Periklin** werden nach b [010] verzwillingte und meist nach dieser Achse gestreckte Plagioklase bezeichnet. **Maskelynit** ist ein zu Glas geschmolzener Bytownit aus Meteoriten.

Sonnenstein und **Aventurinfeldspat** bestehen aus Plagioklas mit eingelagerten Hämatit- oder Glimmerschüppchen.

Unter **Saussurit** versteht man pseudomorphosierten anorthitreichen Plagioklas, dessen Anorthit-Komponente in Zoisit, Skapolith u. a. umgewandelt wurde, während die beständigere Albit-Komponente als solche erhalten blieb.

---

[1]) W. F. Cole, H. Sörum & W. H. Taylor, Acta Cryst. **4**. 1951. 20. – W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, Z. Krist. **87**. 1934. 464 (Struktur, SB. **3**. 164).

3b) Reihe der Kalifeldspate.

Von den Kalifeldspaten ist wohl nur der ganz seltene bei mäßiger Temperatur gebildete Mikroklin tatsächlich morphologisch triklin; er besitzt eine geordnete Verteilung ($AlSi_3$) und weicht von monokliner Symmetrie beträchtlich ab ($\gamma = 87°47'$, F. Laves 1950). Die meisten „Mikrokline" zeigen

bekanntlich feine bis submikroskopische Kreuzgitterverzwillingung und stellen als solche die während langsamer Abkühlung in Tiefengesteinen triklinisierte, ehedem monokline Hochtemperaturphase dar; diese ± triklinisierten Orthoklase und auch viele Adulare besitzen als „Mesomikrokline" eine mittlere Ordnung in der (Al, Si)-Verteilung, und deshalb kann γ ca. 88—90° betragen. Sanidin ist die während rascher Abkühlung in Ergußgesteinen metastabil erhalten gebliebene monokline Hochtemperaturphase mit statistisch-ungeordneter Verteilung $(Al, Si)_4$.

Mikroklin	$K[AlSi_3O_8]$	Triklin-pinakoidal $C_i^1 - P\bar{1}$ $a_0 = 8{,}57$ $b_0 = 12{,}98$ $c_0 = 7{,}22$[1]) $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}660 : 1 : 0{,}556$ $\alpha = 90°41'$ $\beta = 115°59'$ $\gamma = 87°30'$ $Z = 4$
Mesomikroklin	$K[(Al, Si)_2Si_2O_8]$	Triklin-pseudomonoklin $a_0 = 8{,}58$ $b_0 = 12{,}96$ $c_0 = 7{,}21$[2]) $\alpha = 89°42'$ $\beta = 115°58'$ $\gamma = 90°52^1/_2'$ $Z = 4$
Orthoklas	$K[(Si, Al)_4O_8]$	Morphologisch und optisch monoklin
Sanidin	$K[(Si, Al)_4O_8]$	Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$ $a_0 = 8{,}44$ $b_0 = 12{,}95$ $c_0 = 7{,}15$[3]) $\beta = 116°06'$ $Z = 4$

Übergänge von Albit zu Mikroklin und Mesomikroklin bilden **Natron-Mikroklin (Anorthoklas)** und **Natron-Mesomikroklin („Natronorthoklas")**; **Natron-Sanidin** ist eine Na-haltige Varietät von Sanidin. Die Gitterkonstanten dieser Übergangsglieder sind etwas kleiner als die der Na-freien Verbindungen.

Adulare sind eine spezielle Trachtvariante der hydrothermal gebildeten pseudomonoklinen bis monoklinen Orthoklase, die sich optisch einerseits an den Mikroklin anschließen, andererseits scheinbar oder tatsächlich monoklin sein können (U. Chaisson 1950). Adulare vom Vesuv entsprechen optisch wohl eher leicht triklinisierten Sanidinen.

Amazonenstein (Amazonit) nennt man grün gefärbten Mikroklin. „Isoorthoklas" und „Isomikroklin" sollen optisch positiv sein.

Während langsamer Abkühlung natronhaltiger Kalifeldspate erfolgt eine selektive Wanderung der kleinen und großen Kationen; es bilden sich regelmäßige Verwachsungen von „Orthoklas" bzw. Mikroklin und Albit mit charakteristischer, im Dünnschliff schnur- oder wurmförmig erscheinender Anordnung der Entmischungskörper: **Perthit, Mikroperthit** und **Kryptoperthit** bestehen aus „Orthoklas" mit Albiteinlagerungen, **Mikroklinperthit** aus Mikroklin mit Albitschnüren, **Antiperthit** aus Plagioklas mit Orthoklasschnüren. **Mondstein** ist durch Entmischung leicht milchig getrübter Sanidin oder auch Plagioklas.

Werden Perthite hinreichend lang und hoch erhitzt, so tauschen die kleinen und großen Kationen regellos ihre Plätze aus und nehmen eine statistische Verteilung an. Diese Kationenverteilung kann bei rascher Abkühlung einer Entmischung nicht Platz machen, und es entstehen dann die homogenen monoklinen Feldspate „Natronorthoklas" und Natron-Sanidin.

[1]) W. S. MacKenzie, Min. Mag. **30**. 1954. 354. – Vgl. Taylor u. Mitarb. 1934.
[2]) S. W. Bailey & W. H. Taylor, Acta Cryst. **8**. 1955. 621 (Struktur).
[3]) W. H. Taylor, Z. Krist. **85**. 1933. 425 (Struktur, SB. **3**. 161).

3c) Reihe der Bariumfeldspate.

Hyalophan $(K,Ba)[Al(Al,Si)Si_2O_8]$ Monoklin (oder pseudomonoklin?)
$C_{2h}^3 - C\,2/m$
$a_0 \sim 8{,}54$ $b_0 \sim 12{,}98$ $c_0 \sim 7{,}15$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}658 : 1 : 0{,}551$
$\beta = 115°35'$ $Z = 4$

Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$ Monoklin (oder pseudomonoklin?)
$C_{2h}^3 - C\,2/m$
$a_0 = 8{,}65$ $b_0 = 13{,}13$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}30$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}659 : 1 : 2 \cdot 0{,}556$
$\beta = 115°02'$ $Z = 4$

Anhang:

Paracelsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$ Monoklin-pseudorhombisch
$C_{2h}^5 - P\,2_1/a$
$a_0 = 8{,}58$ $b_0 = 9{,}58$ $c_0 = 9{,}08$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}947 : 1 : 0{,}895$
$\beta = 90°$ $Z = 4$

Banalsit $BaNa_2[Al_2Si_2O_8]_2$ Rhombisch Iba oder Ibam
$a_0 = 8{,}52$ $b_0 = 9{,}99$ $c_0 = 16{,}76$[3])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}853 : 1 : 1{,}678$

Mit Bor:

Reedmergnerit[5]) $Na[B\,Si_3\,O_8]$ Triklin eventuell ein Bor-Albit

Danburit $Ca[B_2Si_2O_8]$ Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^{16}—Pbnm
$a_0 = 8{,}77$ $b_0 = 8{,}03$ $c_0 = 7{,}74$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 0{,}9154 : 0{,}8822$ $Z = 4$

Paracelsian und Danburit besitzen ähnlich wie die Feldspate zu Viererringen angeordnete RO_4-Tetraeder. Die Struktur von Banalsit ist unbekannt und damit die Zuordnung zu den Tektosilikaten ungesichert.

In optischer Hinsicht schließen sich der Reihe Anorthit . . . Albit sehr gut die Natronmikrokline, Mikrokline und ein Teil der Adulare an[31,67]); auch Natronorthoklas (Anorthoklas) und Hyalophan sind optisch im Anschluß an diese Adulare unterzubringen. Mit dem Sanidin, dessen AE (010) ist, sind die Adulare vom Vesuv verwandt; Celsian hat gleichfalls AE (010).

---

[1]) W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, 1934, l. c. (Struktur, SB. **3**. 546). – P. Gay, Acta Cryst. **9**. 1956. 474.

[2]) L. J. Spencer, Min. Mag. **26**. 1942. 231. – J. V. Smith, Am. Journ. Sci. 1952. 513; Acta Cryst. **6**. 1953. 613 (Struktur).

[3]) W. Campbell Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33.

[4]) C. Dunbar & F. Machatschki, Z. Krist. **76**. 1930. 133 (Struktur, SB. **2**. 153).

[5]) C. Milton, J. M. Axelrod & F. S. Grimaldi, Am. Min. **40**. 1955. 326.

Neuere Literatur zu den Feldspaten

Anorthit

1. W. H. Taylor, J. A. Darbyshire & H. Strunz, Z. Krist. **87**. 1934. 464.
2. W. F. Cole, H. Sörum & W. H. Taylor, Acta Cryst. **4**. 1951. 20.
3. E. F. Osborn & D. B. Tait, Am. Journ. Sci. 1952. 413.
4. G. L. Davis & O. F. Tuttle, Am. Journ. Sci. 1952. 107. Synthet. δ-$Ca[Al_2Si_2O_8]$.
5. G. Donnay, Acta Cryst. **5**. 1952. 153.
6. H. Sörum, Acta Cryst. **6**. 1953. 413.
7. P. Gay & W. H. Taylor, Acta Cryst. **6**. 1953. 647.
8. F. Laves & J. R. Goldsmith, Acta Cryst. **7**. 1954. 131; 465.
8a. J. R. Goldsmith & F. Laves, Z. Krist. **106**. 1955. 213.
8b. F. Laves & J. R. Goldsmith, Z. Krist. **106**. 1955. 227

Albit

9. Zit. 1. Strukturbestimmung; Zit. 2. Gitterkonstanten.
10. J. D. H. Donnay, Am. Min. **25**. 1940. 578.
11. F. Laves & U. Chaisson, Journ. Geol. **58**. 1950. 584.
12. O. F. Tuttle & N. L. Bowen, Journ. Geol. **58**. 1950. 572.
13. F. Laves, Journ. Geol. **59**. 1951. 510.
14. W. S. MacKenzie, Am. Journ. Sci. 1952. 319.
15. R. B. Ferguson, R. J. Traill & W. H. Taylor, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954.
16. S. H. Chao & W. H. Taylor, Proc. Roy. Soc. **176**. 1940. 76.
16a. W. S. MacKenzie & J. R. Smith, Am. Min. Soc. Progr. 1955. 68 A.

Plagioklase

17. A. Köhler, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **53**. 1942. 24. – Vgl. Zitat 67.
18. J. D. H. Donnay, Bull. Geol. Soc. Am. **54**. 1943. 1645.
19. P. Gay, Min. Mag. **30**. 1953. 169.
19a. P. Gay, Min. Mag. **30**. 1954. 428.
20. R. C. Emmons, Geol. Soc. Am. Mem. **52**. 1953. 142.
21. F. Chayes, Am. Journ. Sci. 1954. 172.
22. F. Laves & J. R. Goldsmith, Journ. Geol. **62**. 1954. 405, 409.
23. P. Gay, Congr. Intern. de Crist. Paris 1954. – P. Gay & J. V. Smith, Acta Cryst. **8**. 1955. 64.
24. J. Goodyear & W. J. Duffin, Min. Mag. **30**. 1955. 648.
24a. G. W. De Vore, Z. Krist. **107**. 1956. 247.

Polymorphie und Klassifikation der Feldspate

	$CaAl_2Si_2O_8$	$NaAlSi_3O_8$	$KAlSi_3O_8$	$BaAl_2Si_2O_8$
Al und Si geordnet	**Anorthit** α-$Ca[Al_2Si_2O_8]$ $a_0 = 8{,}177$ $b_0 = 12{,}877$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}0845$[1,2]) $\alpha = 93°10'$ $\beta = 115°51'$ $\gamma = 91°13'$ Triklin	**Albit** α-$Na[AlSi_3O_8]$ $a_0 = 8{,}135$ $b_0 = 12{,}788$ $c_0 = 7{,}154$[9]) $\alpha = 94°13^1/_2'$ $\beta = 116°31'$ $\gamma = 87°42^1/_2'$ Triklin	**Mikroklin** α-$K[AlSi_3O_8]$ $a_0 = 8{,}57$ $b_0 = 12{,}98$ $c_0 = 7{,}22$[36]) $\alpha = 90°41'$ $\beta = 115°59'$ $\gamma = 87°30'$ Triklin	**Celsian** $Ba[Al_2Si_2O_8]$ $a_0 = 8{,}65$ $b_0 = 13{,}13$ $c_0 = 7{,}30$[51]) $\beta = 115°02'$ Monoklin oder pseudomonoklin (α- oder β-Phase?)
(Al, Si) partiell geordnet	β-Phasen (?)	β-Phasen (?)	**Mesomikroklin** β-$K[(Al, Si)_2Si_2O_8]$*) Triklin-pseudomonoklin **Orthoklas** Monoklin (?)	
(Al, Si) ungeordnet	**Hoch-Anorthit** γ-$Ca[(Si,Al)_4O_8]$ Triklin	**Hoch-Albit** γ-$Na[(Si,Al)_4O_8]$ $a_0 = 8{,}1$ $b_0 = 12{,}9$ $c_0 = 7{,}2$[13]) $\alpha = 93°32'$ $\beta = 116°$ $\gamma = 89°58'$ **Analbit** $(Na,K)[(Si,Al)_4O_8]$ Triklin **Barbierit** $(Na,K)[(Si,Al)_4O_8]$ Monoklin	–	–
	–		**Sanidin** γ-$K[(Si,Al)_4O_8]$ $a_0 = 8{,}44$ $b_0 = 12{,}95$ $c_0 = 7{,}15$[25]) $\beta = 116°06'$ Monoklin	γ-$Ba[(Si,Al)_4O_8]$ (?)
	Synthetisch δ-$Ca[Al_2Si_2O_8]$ $a_0 = 8{,}224$ $b_0 = 4{,}836$ $c_0 = 8{,}606$[4]) Rhombisch	–	–	**Paracelsian** δ-$Ba[Al_2Si_2O_8]$ $a_0 = 8{,}58$ $b_0 = 2 \cdot 4{,}79$ $c_0 = 9{,}08$[51]) $\beta = 90°$ Monoklin-pseudorhombisch
	Synthetisch ε-$CaAl_2Si_2O_8$ $a_0 = 5{,}25$ $c_0 = 7{,}84$[5]) Hexagonal ε'-Phase (?)	–	–	ε-Phase (?) Synthetisch ε'-$BaAl_2Si_2O_8$ $a_0 = 5{,}10$ $c_0 = 2 \cdot 7{,}36$[55]) Hexagonal

*) Es würde hier zu weit führen, alle theoretisch denkbaren Möglichkeiten der geordneten, partiell geordneten und statistisch-ungeordneten Verteilung von (Si, Al) in allen Feldspaten aufzuzählen; für $KAlSi_3O_8$ lassen sich (in Anlehnung an Taylor, Barth, Laves) folgende Varianten ableiten:

Basiszentrierte trikline Zelle, Z = 4; 4 vierzählige Punktlagen

Punktlagen	α-Phasen $K[AlSi_3O_8]$				β-Phasen $K[(Al, Si)_2Si_2O_8]$						β'-Phasen $K[(Si, Al)_3SiO_8]$			
I	Al	Si	Si	Si	(Si,Al)	Si	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	(Si,Al)	Si
II	Si	Al	Si	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	Si	Si	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	(Si,Al)	Si	(Si,Al)
III	Si	Si	Al	Si	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	(Si,Al)
IV	Si	Si	Si	Al	Si	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	Si	(Si,Al)	(Si,Al)	(Si,Al)

Basiszentrierte monokline Zelle, Z = 4; 2 achtzählige Punktlagen

Punktlagen	γ'-Phasen		γ-Phase
I	(Si,Al)	Si	(Si,Al)
II	Si	(Si,Al)	(Si,Al)

[1]) Fußnoten siehe S. 336/337.

Übersichtstafel II

Kalifeldspate

25. W. H. Taylor, Z. Krist. **85**. 1933. 425 (Struktur, SB. **3**. 161).
26. T. F. W. Barth, Am. Journ. Sci. **27**. 1934. 273.
27. S. H. Chao, A. Hargreaves & W. H. Taylor, Min. Mag. **25**. 1940. 498 (Struktur, SR. **12**. 269).
28. A. Köhler, N. Jb. Min. 1948. 5; 49.
29. W. F. Cole, H. Sörum & O. Kennard, Acta Cryst. **2**. 1949. 280 (Struktur, SR. **12**. 269).
30. T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism. Tokio 1950. 122.
31. U. Chaisson, Journ. Geol. **58**. 1950. 537.
32. F. Laves, Journ. Geol. **58**. 1950. 548; **59**. 1951. 510; 511.
33. J.-P. Perrenoud, Schweiz. Min. Petr. Mitt. **32**. 1952. 179.
34. D. S. Coombs, Am. Min. **38**. 1953. 398.
35. J. R. Goldsmith & F. Laves, Geochim. Cosmochim. Acta **5**. 1954. 1; **6**. 1954. 100.
36. W. S. MacKenzie, Min. Mag. **30**. 1954. 354.
37. S. W. Bailey & W. H. Taylor, Acta Cryst. **8**. 1955. 621.
38. H. G. Scharbert, N. Jb. Min. Mh. 1955. 33.

Alkali-Feldspate

39. E. Spencer, Min. Mag. **24**. 1937. 453.
40. S. H. Chao & W. H. Taylor, Proc. Roy. Soc. **174**. 1940. 57.
41. C. Oftedahl, Skrift. Norsk. Vidensk. Akad. Oslo **3**. 1948. 51.
42. N. L. Bowen & O. F. Tuttle, Journ. Geol. **58**. 1950. 489.
43. F. Laves, Journ. Geol. **60**. 1952. 436.
44. G. Donnay & J. D. H. Donnay, Am. Journ. Sci. 1952. 115.
45. T. Ito & R. Sadanaga, Acta Cryst. **5**. 1952. 441.
46. H. Saalfeld, N. Jb. Min. **83**. 1952. 347.
47. E. Nickel, N. Jb. Min. Mh. 1953. 246.
48. J. V. Smith & W. S. MacKenzie, Acta Cryst. **7**. 1954. 380.
49. W. S. MacKenzie & J. V. Smith, Am. Min. **40**. 1955. 707.
50. J. V. Smith & W. S. MacKenzie, Am. Min. **40**. 1955. 733.

Barium-Feldspate

51. W. H. Taylor & Mitarbeiter 1934, l. c.
52. L. J. Spencer, Min. Mag. **26**. 1942. 231.
53. W. C. Smith, F. A. Bannister & M. H. Hey, Min. Mag. **27**. 1944. 33; **27**. 1945. 63.
54. J. V. Smith, Am. Journ. Sci. 1952. 513; Acta Cryst. **6**. 1953. 613. Synthetisches δ-$Ba[Al_2Si_2O_8]$.
55. T. Ito, X-Ray Studies on Polymorphism, Tokio 1950, 19 (a_0 = 5,26, c_0 = 7,86; Struktur von synthet. hex. Celsian, SR. **13**. 378). – B. Yoshiki & K. Matsumato, Am. Ceram. Soc. **34**. 1951. 283. – Vgl. G. L. Davis & O. F. Tuttle 1952 (Synthet. ε'-$BaAl_2Si_2O_8$). – F. H. S. Vermaas, Am. Min. **38**. 1953. 845.

Feldspate, allgemein

57. F. K. Drescher-Kaden, „Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise". Heidelberg 1948. 259 S.
58. S. W. Bailey, R. B. Ferguson & W. H. Taylor, Min. Mag. **29**. 1951. 759.
59. R. R. Franco & J. F. Schairer, Journ. Geol. **59**. 1951. 259.
60. T. F. W. Barth, N. Jb. Min. **82**. 1951. 143.
61. O. F. Tuttle, Min. Mag. **29**. 1951. 757.
62. F. C. Kracek & K. J. Neuvonen, Am. Journ. Sci. 1952. 293.
63. F. Laves, Naturw. **39**. 1952. 546/47.
64. G. M. Paraskevopoulos, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **3**. 1953. 192.
65. Y. Baskin, Journ. Geol. **64**. 1956. 132; 219.
66. F. Laves & St. Hafner, Z. Krist. **108**. 1956. 52.
67. Zur Optik siehe W. E. Tröger, „Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale". Stuttgart 1952, 147 S. – C. Burri, Z. Krist. **108**. 1956. 15.

Mit fremden Anionen

4.) Cancrinit-Reihe. Hexagonal. Homöotypie.

Davyn $(Na, K)_6Ca_2[(SO_4)_2 \mid (AlSiO_4)_6]$
Dihexagonal-dipyramidal $D^4_{6h} - P6_3/mmc$
$a_0 = 12{,}83$ $c_0 = 5{,}36$ $c_0/a_0 = 0{,}418$ $Z = 1$[1])

Cancrinit $(Na_2, Ca)_4[CO_3 \mid (H_2O)_{0-3} \mid (AlSiO_4)_6]$
Hexagonal-pyramidal $C^6_6 - P6_32$
$a_0 = 12{,}63$—$12{,}78$ $c_0 = 5{,}11$—$5{,}19$ $c_0/a_0 \sim 0{,}405$ $Z = 1$[2])

Cancrinit enthält für CO_3 z. T. SO_4 und Cl, für Na z. T. K; ein Mischkristall ist **Wischnewit**. Synthetisch gelang es, Ca-freien Paracancrinit mit Cancrinitstruktur herzustellen[3]).

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Z. Krist. **73**. 1930. 52.
[2]) S. Kôzu & K. Takané, Proc. Imp. Acad. Tokio **9**. 1933. 56, 105 (Struktur, SB. **3**. 150). – Vgl. B. Goßner & F. Mußgnug 1930, l. c.; F. Zambonini & A. Ferrari, Rend. Acad. Lincei **11**. 1930. 782.
[3]) J. Wyart & M. Michel-Lévy, C.R. Acad. Sci. Paris **229**. 1949. 133.

4a.) Leifit-Reihe. Isotypie.

Leifit $Na_2[(F, OH, H_2O)_{1-2} \mid (Al, Si)Si_5O_{12}]$
Hexagonal (D_{3d}, C_{3v}, D_3)
$a_0 = 14{,}37$ $c_0 = 4{,}94$[1]) $c_0/a_0 = 0{,}344$ $Z = 3$

Karpinskiit $(Na, K, Zn, Mg)_2[(OH, H_2O)_{1-2} \mid (Al, Be)_2Si_4O_{12}]$
Hexagonal (D_{3d}, C_{3v}, D_3)
$a_0 = 14{,}24$ $c_0 = 4{,}83$ $c_0/a_0 = 0{,}339$ $Z = 3$[2])

[1]) B. Goßner & F. Mußgnug, Zbl. Min. 1927. 221. – Min. Tab. 1941. 212 (Formel).
[2]) L. L. Schilin, Doklady Akad. Wiss. USSR **107**. 1956. 737. – H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1957. 119 (Formel, Isotypie).

5.) Sodalith-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch, T^4_d—P43n. Isomorphie; Isotypie mit Helvin.

Sodalith	$Na_8[Cl_2 \mid (AlSiO_4)_6]$	$a_0 = 8{,}83$—$8{,}91$	$Z = 1$[1])
Nosean	$Na_8[SO_4 \mid (AlSiO_4)_6]$	$a_0 = 8{,}98$—$9{,}15$	$Z = 1$[2])
Hauyn	$(Na, Ca)_{8-4}[(SO_4)_{2-1} \mid (AlSiO_4)_6]$	$a_0 = 9{,}12$	$Z = 1$[3])
Lasurit (Lapis lazuli)	$(Na, Ca)_8[(SO_4, S, Cl)_2 \mid (AlSiO_4)_6]$	$a_0 = 9{,}08$	$Z = 1$[4])

Die nur synthetisch bekannten Ultramarine besitzen Sodalithstruktur (mit $a_0 = 8{,}7$—$9{,}4$ und $T^1_d - P\bar{4}3n$); sie sind hinsichtlich der eingelagerten Anionen und Kationen sehr variabel, als Träger der Farbe wird der Schwefel angesehen, der in einem polysulfidähnlichen Zustand vorhanden sein soll.

Ittnerit ($a_0 = 9{,}04$) und **Skolopsit** ($a_0 = 9{,}06$) sind Noseane mit Zeolithisierung in verschiedenen Graden.

[1]) Tom. F. W. Barth, Skr. Akad. Oslo 1927. Nr. 8; Z. Krist. **83**. 1932. 405 (Struktur, SB. **2**. 150). – G. Menzer, Z. Krist. **69**. 1929. 300. – L. Pauling, Z. Krist. **74**. 1930. 213.
[2]) Tom. F. W. Barth 1927 u. 1932 l. c.; vgl. F. Machatschki 1934, l. c.
[3]) F. Machatschki, Zbl. Min. 1934. 136 (Struktur, SB. **3**. 166); vgl. Tom. F. W. Barth 1932, l. c.
[4]) H. Dachs, München, priv. Mitt. 1955 (für Lapis lazuli von Afghanistan).

6.) Helvin-Reihe. Kubisch-hex'tetraedrisch, T_d^4 — P43n. Isomorphie; Isotypie mit Sodalith.

Danalith	$Fe_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$	$a_0 = 8{,}20$	$Z = 1$[1])
Helvin	$(Mn, Fe, Zn)_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$	$a_0 = 8{,}21$—$8{,}62$	$Z = 1$[2])
Genthelvin	$Zn_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$	$a_0 = 8{,}12$	$Z = 1$[1])

Danalith stammt von Iron Mountain in Sierra und Socorr Counties, südwestl. Neu-Mexiko, Genthelvin von West Cheyenne Cañon, Colorado[1]).

[1]) J. J. Glass, R. H. Jahns & R. E. Stevens, Am. Min. **29**. 1944. 163.
[2]) Tom. F. W. Barth, Skr. Akad. Oslo 1927. Nr. 8. – L. Pauling, Z. Krist. **74**. 1930. 213 (Struktur, SB. **2**. 152). – J. J. Glass, R. H. Jahns & R. E. Stevens 1944, l. c.

7.) Skapolith-Reihe. Tetragonal-dipyramidal, C_{4h}^5 — I4/m. Isomorphie; Mischkristalle der Komponenten:

„Marialith"	$Na_8[(Cl_2, SO_4, CO_3) \mid (AlSi_3O_8)_6]$
„Mejonit"	$Ca_8[(Cl_2, SO_4, CO_3)_{2(?)} \mid (Al_2Si_2O_8)_6]$

Die ganz reinen Endkomponenten sind als Mineralien unbekannt. Nach dem jeweiligen Mischungsverhältnis werden folgende Glieder unterschieden:

Marialith	Ma_{10} bis Ma_8Me_2	Tetragonal-dipyramidal C_{4h}^5 — I4/m
Dipyr	Ma_8Me_2 bis Ma_5Me_5	$a_0 \sim 12{,}11$ bis $12{,}23$ $c_0 \sim 7{,}56$ bis $7{,}68$
Mizzonit	Ma_5Me_5 bis Ma_2Me_8	$c_0/a_0 = 0{,}623$ bis $0{,}629$ $Z = 1$[1]) $c/a = 0{,}4425$ für Marialith
Mejonit	Ma_2Me_8 bis Me_{10}	$c/a = 0{,}4393$ für Mejonit

Mischungsglieder mit vorherrschendem Cl-Gehalt werden als **Chloridmarialith, Chloridmejonit** usw. bezeichnet, mit vorherrschendem SO_4-Gehalt als **Sulfatmarialith, Sulfatmejonit** usw. usw. Die röntgenographische Orientierung ist gegenüber der morphologischen um 45° um c [001] gedreht.

Anhang:

Sarkolith $(Ca, Na)_8[O_2 \mid (Al(Al, Si)Si_2O_8)_6]$ (?)
Tetragonal-pyramidal
$a_0 = 12{,}45$ $c_0 = 15{,}6$ $c_0/a_0 = 1{,}253$ $Z = 2$[2])
$c/a = 0{,}8874$

Sarkolith ist offenbar ein Oxydskapolith mit verdoppeltem c_0. **Ussingit,** $Na_2[OH \mid AlSi_3O_8]$, kristallisiert triklin — pseudomonoklin und besitzt eine noch völlig unbekannte Struktur.

[1]) L. Pauling, Proc. Acad. Sci. USA **16**. 1930. 453 (Struktur, SB. **2**. 155). – E. Schiebold & G. Seumel, Z. Krist. **81**. 1931. 110.
[2]) B. Goßner, Zbl. Min. 1928. 129; 167.

Zeolithe*)

8.) Natrolith-Gruppe. Tetragonal bzw. pseudotetragonal. Homöotypie.

Die folgenden Strukturen bestehen alle aus Viererringen $Al_2Si_2O_{10}$, die in der Faserrichtung durch ein fünftes Si zu stabilen Ketten zusammengehalten werden; der seitliche Zusammenhalt ist weniger stabil, womit selbst für Gerüststrukturen die faserige Ausbildung und Spaltbarkeit leicht erklärbar werden. Parallel zu den Ketten verlaufen Kanäle, längs deren ein relativ leichter Austausch des Wassers sowie der Kationen erfolgen kann. Die Summe der H_2O-Moleküle + Kationen ist pro Ring gleich 4; es ist dies durch die nahezu gleiche Raumbeanspruchung von H_2O, Na, Ca usw. bedingt.

Natrolith und Skolezit sind homöotyp mit einem weitgehenden Basenaustauschvermögen; dennoch stellen die chemischen „Mischungsglieder" Mesolith und Thomsonit angeblich selbständige Mineralarten mit klar definierten Strukturunterschieden dar.

a_0 und b_0 von Thomsonit entsprechen der halben Basisdiagonalen von Natrolith; a_0 und b_0 der übrigen Mineralien sind Vielfache von rund 9,3 Å; die Gitterkonstante in der Faserrichtung ist ungefähr 6,6 Å, bei Thomsonit $2 \cdot 6{,}6$ Å.

Natrolith $Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2\,H_2O$

Rhombisch-pyramidal C_{2v}^{19} — Fdd2

$a_0 = 18{,}35$ $b_0 = 18{,}70$ $c_0 = 6{,}61$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}981 : 1 : 0.353$ $Z = 8$

Mesolith $Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3 \cdot 8\,H_2O$

Monoklin-sphenoidisch C_2^3 — C2

(Pseudorhombisch: C_{2v}^{19} — Fdd2)

$a_0 = 3 \cdot 18{,}9$ $b_0 = 6{,}55$ $c_0 = 18{,}48$[2])

$a_0 : b_0 : c_0 = 8{,}670 : 1 : 2{,}820$ $\beta = 90°00'$ $Z = 8$

Thomsonit $NaCa_2[Al_2(Al, Si)Si_2O_{10}]_2 \cdot 5\,H_2O$

Rhombisch-dipyramidal D_{2h}^7 — Pnma (?)

$a_0 = 13{,}07$ $b_0 = 13{,}09$ $c_0 = 13{,}25$[3])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0.998 : 1 : 1{,}012$ $Z = 4$

Gonnardit $(Ca, Na)_3[(Al, Si)_5O_{10}]_2 \cdot 6\,H_2O$

Rhombisch

$a_0 = 13{,}35$ $b_0 = 13{,}35$ $c_0 = 6{,}65$[3a])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}000 : 1 : 0{,}498$ $Z = 2$

Skolezit $Ca[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3\,H_2O$

Monoklin-domatisch (?) C_s^4 — Cc (?)

$a_0 = 18{,}48$ $b_0 = 18{,}94$ $c_0 = 6.54$[4])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}976 : 1 : 0.345$ $\beta = 90°45'$ $Z = 8$

Edingtonit $Ba[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3H_2O$

Tetragonal-skalenoedrisch $D_{2d}^3 - P42_1m$

$a_0 = 9{,}60$ $c_0 = 6{,}54$[5])

$c_0/a_0 = 0{,}681$ $Z = 2$

Metathomsonit ist teilweise entwässerter Thomsonit (Hey 1932); Metaskolezit entsteht durch Erhitzen aus Skolezit und kommt auch natürlich vor.

Natronfreier Thomsonit $Ca_3[Al_3Si_2O_{10}]_2 \cdot 6H_2O$ wurde synthetisch hergestellt.

Rhodesit[6]), $(Ca, Na, K)_{18}[Si_{33}O_{80}] \cdot 24H_2O$, monoklin ($P2_1$ oder $P2_1/m$), $a_0 = 13{,}51$, $b_0 = 13{,}10$, $c_0 = 13{,}51$, $\beta = 104°$, $Z = 1$, gleicht in seinen Eigenschaften den Faserzeolithen, insbesondere Thomsonit[6a]).

Laubanit ist ein teilweise hydrolysierter und trüb weiß gewordener Natrolith[1a])

---

*) Metazeolithe (Metanatrolith, Metaskolezit, Metastilbit, Metaepistilbit) sind teilweise entwässerte Zeolithe und zeigen Änderung der optischen Eigenschaften und gelegentlich Änderung des Kristallsystems (Rinne 1890).

[1]) M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1932. 243; Am. Min. **17**. 1932. 160. – W. H. Taylor, C. A. Meek & W. W. Jackson, Z. Krist. **84**. 1933. 373 (Struktur, SB. **3**. 168). – Vgl. L. Pauling 1930; J. Wyart 1931; F. Halla & E. Mehl 1930 und 1932. – C. J. Peng, Am. Min. **40**. 1955. 834 (DTA). – [1a]) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1957. 116.

[2]) M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 421. – Vgl. J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **193**. 1931. 666. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur).

[3]) J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **56**. 1933. 81. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur, SB. **3**. 171).

[3a]) M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1932. 51. – Taylor, Meek & Jackson 1933, l. c. (Struktur, SB. **3**. 171). – Vgl. H. Meixner & M. H. Hey, Min. Mag. **31**. 1956. 265.

[4]) J. Wyart 1933. – Hey & Bannister, Min. Mag. **24**. 1936. 227. – Taylor, Meek & Jackson 1933 (Struktur).

[5]) Hey & Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 483. – Taylor & Jackson, Z. Krist. **86**, 1933. 53 (Struktur, SB. **3**. 173). – W. H. Taylor, Min. Mag. **24**. 1935. 208.

[6]) E. D. Mountain 1956. – [6a]) J. A. Gard & H. F. W. Taylor, Min. Soc. London, Notice Nr. **95**. 1956. – Vgl. Min. Mag. **31**. 1957. 239 (Daten zurückgezogen!).

9.) Laumontit-Gismondin-Gruppe. Heterotypie. Die Strukturen sind unbekannt.

Gismondin $Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4H_2O$

Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{19} - Cmmm$ oder $D_{2h}^{22} - Ccca$

$a_0 = 13{,}71$ $b_0 = 14{,}31$ $c_0 = 10{,}62$[1])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}958 : 1 : 0{,}742$ $Z = 8$

Laumontit $Ca[AlSi_2O_6]_2 \cdot 4H_2O$

Monoklin $C_2^3 - C2$ oder $C_s^3 - Cm$

$a_0 = 14{,}90$ $b_0 = 13{,}17$ $c_0 = 7{,}55$[2])

$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}131 : 1 : 0{,}573$ $\beta = 111°30'$ $Z = 4$

Mordenit $(Ca, K_2, Na_2)[AlSi_5O_{12}]_2 \cdot 7H_2O$

Rhombisch $D_{2h}^{17} - Cmcm$ oder $C_{2v}^{12} - Cmc2_1$

$a_0 = 18{,}29$ $b_0 = 20{,}39$ $c_0 = 7{,}52$[3])

$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}897 : 1 : 0{,}369$ $Z = 4$

Yugawaralith $Ca[Al_2Si_5O_{14}] \cdot 3H_2O$
Monoklin
$a_0 = 13{,}26$ $b_0 = 13{,}65$ $c_0 = 9{,}73$[4])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9715 : 1 : 0{,}714$ $\beta = 111°30'$ $Z = 4$

Erionit $(K_2, Na_2, Ca)[AlSi_3O_8]_2 \cdot 6H_2O$
Rhombisch
Feinste wollartige Fasern

Ashcroftin $KNa(Ca, Mg, Mn)[Al_4Si_5O_{18}] \cdot 8H_2O$
Ditetragonal-dipyramidal $D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$
$a_0 = 34{,}11$ $c_0 = 17{,}52$ $c_0/a_0 = 0{,}514$[5])

Leonhardit ist teilweise entwässerter Laumontit, also ein Metalaumontit. Ashcroftin (früher mit „Kalithomsonit" bezeichnet), hat mit Thomsonit außer einer gewissen äußerlichen Ähnlichkeit nichts gemeinsam.

---

[1]) O. Kraus, Zbl. Min. 1939. 105.
[2]) D. S. Coombs, Am. Min. **37**. 1952. 812. — H. Heritsch, Tscherm. Min. Petr. Mitt. **5**. 1956. 335: $a_0 = 14{,}67$, $b_0 = 13{,}12$, $c_0 = 7{,}52$, $\beta = 111° 36'$.
[3]) C. Waymouth, P. C. Thornley & W. H. Taylor, Am. Min. **23**. 1938. 540.
[4]) K. Sakurai & A. Hayashi, Sci. Rep. Yokohama Univ. **1**. 1952. 69.
[5]) M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1933. 305.

10.) Heulandit-Stilbit-Gruppe. Monoklin. Sehr gute blätterige Spaltbarkeit nach (010). Die Gitterkonstanten b_0 sind ungefähr 18 Å; zwischen den übrigen Gitterkonstanten bestehen enge geometrische Beziehungen[3]).

Heulandit*) $Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6H_2O$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 17{,}71$ $b_0 = 17{,}84$ $c_0 = 7{,}46$
$a_0 : b_0 ; c_0 = 0{,}993 : 1 : 0{,}418$
$\beta = 116°20'$ $Z = 4$
Pseudorhombische Zelle $C_{2h}^3 - I2/m$
$a_0' = 7{,}46$ $b_0 = 17{,}84$ $c_0' = 15{,}88$
$a_0' : b_0 : c_0' = 0{,}418 : 1 : 0{,}890$
$\beta' = 91°26'$ $Z = 4$[1])

Stilbit (Desmin) $Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7H_2O$
Monoklin-prismatisch $C_{2h}^3 - C2/m$
$a_0 = 13{,}63$ $b_0 = 18{,}17$ $c_0 = 11{,}31$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}750 : 1 : 0{,}622$
$\beta = 129°10'$ $Z = 4$
Pseudorhombische Zelle
(A- und B-zentriert):
$a_0 = 13{,}63$ $b_0 = 18{,}17$ $c_0' = 17{,}62$
$\beta' = 92°00'$
$a_0 : b_0 : c_0' = 0{,}750 : 1 : 0{,}970$ $Z = 8$[2])

Epistilbit $Ca[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 8{,}92$ $b_0 = 17{,}73$ $c_0 = 10{,}21$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}503 : 1 : 0{,}576$
$\beta = 124°20'$ $Z = 3$
Pseudorhombische Zelle:
$a'_0 = 14{,}84$ $b_0 = 17{,}73$ $c_0 = 10.21$
$a'_0 : b_0 : c_0 = 0{,}837 : 1 : 0{,}576$
$\beta' = 90°40'$ $Z = 6$[3])

Brewsterit $(Sr, Ba, Ca)[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5H_2O$ Monoklin-prismatisch
$a_0 = 6{,}77$ $b_0 = 17{,}41$ $c_0 = 7{,}66$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}389 : 1 : 0{,}440$
$\beta = 93°04'$ $Z = 2$[3])

Anhang:

D'Achiardit $(K, Na)Ca[H_3Al_2Si_9O_{24}] \cdot 6H_2O$
Monoklin
$a_0 = 18{,}35$ $b_0 = 7{,}54$ $c_0 = 10{,}25$
$a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}434 : 1 : 1{,}359$
$\beta = 107°49'$ $Z = 2$[4])

Ferrierit $(Na,K)_2 Mg\,[OH|Al_3Si_{15}O_{36}] \cdot 9H_2O$
Rhombisch D_{2h}^{25} – Immm
(oder I222, $I2_12_12_1$, Imm2)
$a_0 = 14{,}14$ $b_0 = 19{,}12$ $c_0 = 7{,}48$[5])
$a_0 : b_0 : c_0 : = 0{,}7395 : 1 : 0{,}391$

Heulandit kontrahiert sein Gitter oberhalb 210° C als Folge der Wasserabgabe plötzlich sehr stark, und zwar — bezogen auf die pseudorhombische Zelle — auf $a_0 = 7{,}27$, $b_0 = 16{,}63$, $c_0 = 15{,}23$[1a].) **Bariumheulandit** enthält 2,5% BaO.

Stellerit und **„Epidesmin"** geben das gleiche Röntgenbild wie Stilbit, beide sind lediglich Varietäten von Stilbit mit rhombischem Habitus[2a]).

Epistilbit und D'Achiardit besitzen geringere Analogie in den Gitterdimensionen, geben jedoch bemerkenswerterweise einander ganz ähnliche Pulverdiagramme.

---

*) Im älteren Schrifttum z. T. als „Stilbit" bezeichnet.

[1]) J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **190**. 1930. 1564; Bull. Soc. Franç. Min. **56**. 1933. 81. – U. Ventriglia, Per. Min. **24**. 1955. 49 (Struktur). – Aufstellung vgl. Zitat 3.

[1a]) J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **191**. 1931. 1343.

[2]) J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **59**. 1936. 377.

[2a]) A. Pabst, Min. Mag. **25**. 1939. 271.

[3]) H. Strunz & Ch. Tennyson, N. Jb. Min. Mh. 1956. 1.

[4]) S. Bonatti, Atti. Soc. Toscana Sci. Nat. **50**. 1942. 14.

[5]) L. W. Staples, Am. Min. **40**. 1955. 1095. — In der hier gewählten Aufstellung ist b (010) die Ebene der ausgezeichneten Spaltbarkeit — wie bei den anderen Blätterzeolithen.

11.) Phillipsit-Reihe. Isomorphie.

Phillipsit $KCa[Al_3Si_5O_{16}] \cdot 6H_2O$
Monoklin $C_{2h}^2 - P2_1/m$ oder $C_2 - P2_1$ (?)
$a_0 = 10{,}02$ $b_0 = 14{,}28$ $c_0 = 8{,}64$[1])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}702 : 1 : 0{,}605$ $\beta = 125°40'$ $Z = 2$

Harmotom $Ba[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 6H_2O$
Monoklin $C_{2h}^2 - P2_1/m$ oder $C_2 - P2_1$(?)
$a_0 = 9{,}82$ $b_0 = 14{,}13$ $c_0 = 8{,}68$[2])
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}695 : 1 : 0{,}614$ $\beta = 124°50'$ $Z = 2$

Mit Phillipsit ist **Offretit** identisch[1a]); **Wellsit** ist eine (K,Ca)-reiche Varietät von Harmotom; die Gitterkonstanten liegen zwischen Phillipsit und Harmotom (H.S. 1955). Die Summe K + Ca + H_2O bzw. Ba + H_2O ist im voll hydratisierten Zustand sicherlich konstant (8 oder 7?).

[1]) J. Wyart & P. Chatelain, Bull. Soc. Franç. Min. **61**. 1938. 121 („Christianit").
[1a]) H. Strunz, N. Jb. Min., Mh. 1956, 250.
[2]) J. Sekanina & J. Wyart, Bull. Soc. Franç. Min. **60**. 1937. 139.

12.) Chabasit-Gruppe. Homöomorphie. Für Gmelinit, Chabasit und Levyn ist a_0 praktisch gleich groß, während c_0 nahezu $4 \cdot 2{,}5$, $6 \cdot 2{,}5$ und $9 \cdot 2{,}5$ Å beträgt.

Gmelinit $(Na_2, Ca)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ Ditrigonal-skalenoedrisch (?)
$a_0 = 13{,}72$ $c_0 = 9{,}95$[1])
$c_0/a_0 = 0{,}725$ $Z = 4$

Chabasit $(Ca, Na_2)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ Ditrigonal-skalenoedrisch $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$
$a_0 = 13{,}78$ $c_0 = 14{,}97$[2])
$c_0/a_0 = 1{,}086$ $Z = 6$
$a_{rh} = 9{,}18$ $\alpha = 94°24'$ $Z = 2$

Levyn $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ Rhomboedrisch
$a_0 = 13{,}28$ $c_0 = 23{,}0$[3])
$c_0/a_0 = 1{,}732$ $Z = 9$
$a_{rh} = 10{,}84$ $\alpha = 75°33'$ $Z = 3$

Herschelit ist ein Chabasit, bei dem der Gehalt an Na + K den von Ca übertrifft.

[1]) H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1956. 250. — K. Fischer & H. O'Daniel, Naturw. **43**. 1956. 348 ($a_0 = 13{,}75$, $c_0 = 10{,}05$).
[2]) J. Wyart, C. R. Acad. Sci. Paris **192**. 1931. 1244; Bull. Soc. Franç. Min. **56**. 1933. 81. — R. M. Barrer & D. C. Sammon, Journ. Chem. Soc. **6107**. 1955. 2338 (Austauschgleichgewichte).
[3]) M. H. Hey & F. A. Bannister, priv. Mitt. 1954. — H. Strunz, N. Jb. Min. Mh. 1956. 250 (für Levyn von Antrim: $a_0 = 13{,}31$, $c_0 = 22{,}44$; für Levyn von den Faröern: $a_0 = 13{,}30$, $c_0 = 22{,}56$).

13.) Faujasit.

Faujasit $Na_2Ca[Al_2Si_4O_{12}]_2 \cdot 16\,H_2O$ Kubisch-hex'oktaedrisch $O_h^7 - Fd\,3\,m$
$a_0 = 24{,}65 \quad Z = 16$[1])

[1]) H. Strunz, Naturw. **42**. 1955. 485. – R. M. Barrer, W. Buser & W. F. Grütter, Chimia **9**. 1955. 118 (Ionenaustausch). — G. Bergerhoff & W. Nowacki in Barrer, Buser & Grütter, Helvet. Chim. Acta **39**. 1955. 518 ($a_0 = 24{,}74$). —K. Fischer & H. O'Daniel, Naturw. **43**. 1956. 348 ($a_0 = 24{,}60$).

IX.

Klasse der organischen Substanzen

Übersicht:

A. Salze organischer Säuren
B. Kohlenwasserstoffe

A.) Salze organischer Säuren

1.) Oxalat-Gruppe.

Humboldtin (Oxalit) $Fe[C_2O_4] \cdot 2H_2O$
Rhombisch
$a : b : c = 0{,}7730 : 1 : 1{,}104$

Whewellit $Ca[C_2O_4] \cdot H_2O$
Monoklin-prismatisch
$a : b : c = 0{,}8696 : 1 : 1{,}3695 \quad \beta = 107°18'$

Weddelit $Ca[C_2O_4] \cdot 2H_2O$
Tetragonal-dipyramidal $C_{4h}^5 - I4/m$
$a_0 = 12{,}92 \quad c_0 = 7{,}38 \quad c_0/a_0 = 0{,}594 \quad Z = 8$[1])

Oxammit $(NH_4)_2[C_2O_4] \cdot H_2O$
Rhombisch-disphenoidisch $D_2^3 - P2_12_12_1$
$a_0 = 8{,}06 \quad b_0 = 10{,}29 \quad c_0 = 3{,}83$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}783 : 1 : 0{,}372 \quad Z = 2$[2])

Minguzzit[3]) $K_3Fe'''[C_2O_4]_3 \cdot 3H_2O$
Monoklin
$a : b : c = 0{,}9916 : 1 : 0{,}3895$[3a])
$\beta = 94°13\frac{1}{2}'$

Stepanowit $NaMgFe'''[C_2O_4]_3 \cdot 8 - 9H_2O$
Trigonal
$a_0 = 9{,}85 \quad c_0 = 36{,}74 \quad c_0/a_0 = 3{,}730 \quad Z = ?$[4])

Oxammit von der Guañape-Insel ist mit synthetischem Ammonium-Oxalat-Monohydrat identisch[5]).

[1]) F. A. Bannister & M. H. Hey, Disc. Rep. **13**. 1936. 60. – Name nach C. Frondel & E. L. Prien, Science **95**. 1942. 431.
[2]) S. B. Hendricks & M. E. Jefferson, J. Chem. Phys. **4**. 1936. 102; Phys. Rev. (II) **49**. 1936. 200, für synthetische Kristalle (Struktur, SB. **4**. 262).
[3]) C. L. Garavelli, Atti Accad. Lincei **18**. 1955. 392. — [3a]) Knaggs, J. Chem. Soc. **121**. 1922. 2069 (für synthet. Kristalle).
[4]) E. J. Nefedow in V. A. Mokiewsky, Mém. Soc. Russe Min. **82**. 1953. 311.
[5]) C. Frondel, Am. Min. **35**. 1950. 596.

2.) Mellit-Julienit-Gruppe.

Mellit (Honigstein) $Al_2[C_{12}O_{12}] \cdot 18H_2O$.
Tetragonal-trapezoedrisch $D_4^3 - P4_12$ und $D_4^7 - P4_32$
$a_0 = 22{,}0$ $c_0 = 23{,}3$ $c_0/a_0 = 1{,}059$ $Z = 16$[1])
$\cdot c/a = 0{,}7454$

Pigotit $Al_4[O_6 \mid C_6H_5O_4] \cdot 13^1/_2H_2O$ (?)
Kristallform unbekannt

Earlandit (Ca-Citrat) $Ca_3[C_6H_5O_7]_2 \cdot 4H_2O$

Julienit $Na_2Co[CSN]_4 \cdot 8H_2O$
Tetragonal $C_{4h}^4 - P4_2/n$ $(S_4^1 - P4)$
$a_0 = 19{,}00$ $c_0 = 5{,}47$ $c_0/a_0 = 0{,}288$ $Z = 4$[2])

Mellit ist das Al-Salz der Benzolhexakarbonsäure, Pigotit das Salz einer unbekannten Huminsäure. **Calclacit** soll Calciumchloroazetat $Ca[Cl \mid (C_2H_3O_2)_2] \cdot 5H_2O$ sein[3]).

[1]) T. F. W. Barth & C. J. Ksanda, Am. Min. **18**. 1933. 8.
[2]) A. Preisinger, Tscherm. Min.-Petr. Mitt. **3**. 1953. 376 (Struktur). – Vgl. A. Schoep & V. Billiet, Z. Krist. **91**. 1935. 229: $a_0 = 9{,}24$, $c_0 = 5{,}57$.
[3]) Van Tassel, Mus. Belg., Bull. **21**. 1945. 1.

B.) Kohlenwasserstoffe

1.) Einfache Kohlenwasserstoffe.

Könlit (**Könleinit**) C_5H_4(?) bildet wachsglänzende weiße Nadeln oder Schüppchen.

Hartit $C_{12}H_{20}$(?) ist monoklin oder triklin und dem Könlit ganz ähnlich.

Kratochwilit $C_{13}H_{10}$ ist natürlich vorkommendes Fluoren.

Simonellit $C_{15}H_{20}$ Rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{10} - Pccn$
$a_0 = 9{,}12$ $b_0 = 9{,}27$ $c_0 = 35{,}80$
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}984 : 1 : 3{,}871$ $Z = 10$[1])

Fichtelit $C_{18}H_{32}$ Monoklin-sphenoidisch mit a : b : c = 1,4330 : 1 : 1,7163, $\beta = 126°47'$; bildet schuppige Aggregate und Anflüge auf Holz.

Evenkit $C_{21}H_{42}$ bildet farblose bis wachsgelbe Kristalle mit glimmerartiger Spaltbarkeit, optisch zweiachsig[2])

Kohlenwasserstoffe bzw. Gemenge solcher sind: Albanit, Alexjejewit, Aragotit, Chrismatin, Denhardtit, Dinit, Hatchettin, Ionit, Napalith, Naphtholith, Pietricikit, Pošepnyit, Scheererit, Urpethit.

[1]) Emiliani & Pellitzer, Rend. Accad. Lincei. Rom **14**. 1953. 652; **15**. 1953. 101.
[2]) A. V. Skropyschew, Doklady Akad. Wiss. USSR **88**. 1953. 717.

2. Bernstein-Gruppe.

Bernstein (Succinit) Amorph, unregelmäßig knollig, körnig usw.; der Entstehung nach ein fossiles Harz.
Durchschnittliche Zusammensetzung: 78% C, 10% H, 11% O, etwas S u. a.

Bernsteinähnliche Harze sind: Allingit, Ambrit, Bacalit, Burmit, Bucaramangit, Cedarit, Copalin, Delatynit, Euosmit, Geoceain, Geomyricit, Ixolith, Jaulingit, Köflachit, Muckit, Neudorfit, Rosthornit, Rumänit, Schraufit, Trinkerit, Wheelerit.

Wahrscheinlich gehören auch hierher: Ajkait, Ambrosin, Anthrakoxen, Baikerinit, Bathwillit, Berengelith, Bielzit, Bituminit (Boghead-kohle), Brücknerellit, Chemawinit, Coorongit z. T., Duxit, Dysodil, Guyaquilit, Hircin, Kiscellit, Leukopetrit, Middletonit, Piauzit, Reussinit, Rochlederit, Schlanit, Settlingit, Siegburgit, Skleretinit, Sklerotin, Stanekit, Succinellit, Tasmanit, Telegdit, Uranelain, Xylanthit, Xyloretinit (Hartin).

Keine oder fast keine Bernsteinsäure enthalten angeblich: Beckerit, Gedanit, Glessit, Krantzit, Simetit und Stantienit (Schwarzharz). **Walchowit,** $(C_{15}H_{26}O)_n$, ist ein polymerer Sesquiterpen-Alkohol.

Retinit wird zweckmäßigerweise als Sammelname für eine Reihe der bernsteinähnlichen Harze gebraucht; eine einheitliche Bearbeitung und Ausscheidung der überflüssigen Namen steht noch aus.

Anhang:

Idrialin, $C_{80}H_{56}O_2$, derb, angeblich monoklin, tritt gelegentlich gemengt mit Zinnober und Ton auf.

Karpathit (G. L. Piotrowsky 1955), $C_{32}H_{17}O$, monokline Nadeln und Fasern, $\beta = 110°$.

Ulmit, soll fast reine Humussäure sein.

Flagstaffit, $C_{12}H_{24}O_3$, rhombisch, a : b : c = 1,2366 : 1 : 0,5951.

Graebeit, $C_{18}H_{14}O_8$ oder $C_{17}H_{14}O_8$, monoklin, ist wohl ein Polyoxyanthrachinon.

Scharizerit ist eine stickstoffhaltige Kohlenwasserstoffverbindung.

Kladnoit (R. Rost 1942), Phthalimid, $C_6H_4(CO)_2NH$, monokline Kristalle von Kladno, CSR.

Dritter Teil

Ausgeschiedene Mineralnamen

(einschließlich der Namen von ungenau bestimmten „Mineralien“, von Pseudomorphosen und Gemengen)

und

Register

Zeichenerklärung:

† veraltete und wohl überflüssige Bezeichnungen

? ungenau definierte „Mineralien“

~ wohl identisch mit

F auf Fehlbestimmungen zurückzuführende Namen

V Varietäten

P Pseudomorphosen

HN Handelsname.

Das Register zur Systematik ist fett gedruckt.

A

Aarit †, Arit
Abchasit, *V* von Tremolit
Abernathyit 254
Abichit †, Klinoklas
Abkhazit, Abchasit
Ablikit, Ablykit
Ablykit 325
Abrazit †, Gismondin
Abriachanit, Fe-reicher Glaukophan
Absit (A. W. G. Whittie 1954), überflüssiger Name für thoriumhaltigen Brannerit (M. Fleischer 1956)
Abukumalit 236
Acadialith *V*, fleischroter Chabasit
Acanthicon, Akanthikon †, Epidot
Acanthit, Akanthit
Achat 150
Achavalit 39, **98**
Achiardit †, D'Achiardit
Achirit †, Dioptas
Achlusit ?, speckstein ähnliches Umwandlungsprodukt von Topas
Achmatit †, Epidot
Achmit, Akmit
Achondrit, eine Klasse von Meteoriten
Achrematit ?, wohl Gemenge von Mimetesit mit Bleimolybdat
Achroit 288
Achromait (Kretschmer 1917), farblose Hornblende unbekannter Zusammensetzung von Weigelsberg, Sudeten
Achtaragdit *P*, Gemenge von Silikaten, wohl pseudomorph nach Hydrogranat
Aciculit †, Aikinit
Acmit, Akmit
Acrochordit, Akrochordit
Adamant †, Diamant
Adamas †, Diamant
Adamin 63, **228**
Adamsit, *V* von Muskovit
Ädelforsit †, teils unreiner Wollastonit, teils Laumontit
Adelit 232
Adelpholit †, zersetzter Mossit
Adigeit 323
Adinol, *V* von Albit (auch Gesteinsname!)
Adipit †, Chabasit
Adipocerit †, zersetzter Pyrochlor
Adular 334
Aedelit †, teils Natrolith, teils Prehnit
Aegerit *HN*, ein Bitumen ähnlich Elaterit und Wurtzilit
Aegirin 291
Aegirin-Augit 292
Aenigmatit 296
Aeonit †, Aegerit
Aërinit (Lasaulx 1876), ein blauer Ca-Leptochlorit (Orcel, Compt. Rend. Acad. Sci. Paris **175.** 1922. 309)
Aërugit ?, zweifelhaftes Nickelarsenat
Aeschynit 156
Afwillit 272
Agalmatolith 303
Aglaurit †, blau reflektierender Orthoklas aus Quarzporphyr von Teplitz, Böhmen
Agnesit ~ Steatit
Agnolith *F*, Inesit
Agricolit *F*, Eulytin 267
Aguilarit 92
Ahlfeldit 168
Aidyrlyit, wohl Gemenge von Hydrargillit, Opal und $Ni(OH)_2$ (Gritzenko, Aidinyan & Butusow 1950)
Aikinit 106 (auch Wolframit pseudomorph nach Scheelit)
Ainalit †, angeblich Ta-haltiger Zinnstein, ist nach Quensel und Åmark (1941) ein Gemenge von Zinnstein mit Tapiolit
Aithalit †, Asbolan
Ajkait 348
Akanthikon †, Akanthikonit †, Epidot
Akanthit 92
Åkermanit 278
Akmit 291
Akmitaugite (Zambonini 1910), goldgelbe Pyroxene zwischen Aegirin und Augit vom Vesuv und im Tuff der Campagna
Akontit †, Glaukodot
Akrochordit 248
Aktinolith 294
Alabandin 40, **100**
Alabaster, dichter, für Skulpturen geeigneter Gips
Alait 160
Alalith †, Diopsid
Alamosit 299
Alaskait, z. T. Gemenge von Aikinit, Matildit u. a., z. T. Benjaminit (Thompson 1950)

Alaunspat, Alunit
Albanit 348
Albertit ?, ein „Asphaltmineral"
Albiklas †, Albit
Albin †, verwitterter Apophyllit
Albit 333
Aldanit 159
Alexandrit 140
Alexandrolith 325
Alexjejewit 348
Algerit †, zersetzter Skapolith
Algodonit 86
Alipit †, Röttisit
Alisonit †, Gemenge von Chalkosin und Bleiglanz
„Alit", Zementsubstanz im Portland-Zement-Klinker, 271
Alkalihaltiger Strahlstein 294
Alkanasul (Westman 1931), ~ Natroalunit, von Salamanca in Chile (Spencer 1933)
Allagit †, unreiner Rhodonit
Allanit 282
Allaktit 231
Allargentum 87
Allcharit (Ježek 1913) ?, rhombisches Mineral unbekannter Zusammensetzung, vielleicht identisch mit Antimonglanz, a : b : c = 0,9284 : 1 : 0,6080 von Allchar, Mazedonien
Alleghanyit 269
Allemontit 82
Allenit (Gagarin, Cuomo 1949), Pentahydrit 144
Allevardit 311
Allingit 348
Allochroit †, Andradit
Allodelphit *F*, Synadelphit
Allogonit †, Herderit
Alloklas †, teils Bi-haltiger Danait gemengt mit Wismutglanz und gediegen Wismut, teils Ni-Skutterudit
Allomorphit *P*, Baryt, vielleicht pseudomorph nach Anhydrit
Allopalladium 79
Allophan 325
Allophan-Chrysokoll, Gemenge amorpher „Mineralien"
Allophan-Evansit, Gemenge amorpher „Mineralien"
Allophanoide †, Gruppenname für Allophan, Halloysit, Montmorillonit u. a.
Allophit, MgAl-Leptochlorit
Alluaudit 222
Almagrerit †, Zinkosit
Almandin 64, 265
Almaschit †, Bernstein
Almerait 128
Almeriit ?, ~ Mendozit
Al-Nontronit 311
Aloisiit (Colomba 1908), kolloidale Grundmasse in Tuffen von Uganda, ~ $(Ca,Fe,Mg,Na,H)_{4-5}[O_2 \mid SiO_4]$
Alomit *HN*, blauer Sodalith von Bancroft, Canada
Alshedit, Y-haltiger Titanit
Alstonit 174
Altait 40, 100
Alumian, ~ Natroalunit (Hlawatsch 1928)
Aluminatspinelle 137
Aluminit 210
Aluminium-Autunit, Sabugalit 177
Aluminium-Chamosit, oolithischer Chamosit mit ca. 37 % Al_2O_3
Aluminiumchlorid 123
Aluminium-Saponit 313
Alumino-Chrysotil 323
Aluminocopiapit 211
Alumoantigorit, Al-haltiger Antigorit
Alumoberesowskit, $(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$, *V* von Chromit
Alumocalcit †, verunreinigter Opal
Alumochalkosiderit 248
Alumochromit, $Fe(Cr,Al)_2O_4$, *V* von Chromit
Alumochrompicotit, $(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$, *V* von Magnesiochromit
Alumochrysotil, Al-haltiger Chrysotil
Alumodeweylith, Al-haltiger Deweylith
Alumoferroascharit, Fe- und Al-haltiger Ascharit (Serdiuschenko 1956)
Alumogel 164
Alumohydrocalcit 181
Alumopharmakosiderit 250
Alumoskorodit, *V* von Skorodit mit ca. 6 % Al_2O_3
Alumotrichit ~ Kalialaun
Alunit 196
Alunogen 202
Alurgit 304

Aluschtit (Fersman 1914), Gemenge von Dickit mit Hydroglimmern (L. V. Logwinenko & V. A. Frank-Kamenetski 1955)

Alvarolith (E. Florencio 1952) = Manganantantalit (E. Tavora 1955)

Alvit 267

Amarantit 209

Amargosit *HN*, Bentonit

Amarillit 204

Amatrix ?, Wardit oder Utahlith in Chalcedon

Amazonenstein 334

Amazonit 334

Ambatoarinit 177

Amber, Bernstein

Amberin *HN*, gelbgrüner Chalcedon

Amblygonit 226

Amblystegit, *V* von Hypersthen

Ambrit 348

Ambrosin 348

Ameletit (Marschall 1929) ?, nephelinähnliches, aber Na-reicheres Mineral aus trachytoiden Phonolithen von Neuseeland und Polynesien, Doppelbrechung deutlich niedriger als die von Nephelin

Amesit 323

Amethyst 149

Amianth 296

Amiatit †, Hyalit

Aminoffit 279

Ammersooit 311

Ammiolith ?, $3CuO \cdot Sb_2O_3$, wohl ein Gemenge

Ammonalaun 204

Ammonianiter, Nitrammit

Ammonioborit 187

Ammoniojarosit 197

Ammonium-Aphthitalit, *V* von Glaserit mit 5,7% $(NH_4)_2SO_4$

Ammonium-Uranospinit, synthet. 254

Ammonsalpeter 171

Amoibit *F*, Gersdorffit

Amosit 293

Ampangabeit 158

Amphibolfamilie 292

Amphigen †, Leucit

Amphilogit †, Muskovit

Amphithalit ?, H_2O-haltiges CaAl-Phosphat

Amphodelit *P*, stark veränderter, vor allem sericitisierter, anorthitreicher Plagioklas

Anagenit, Chromocker

Analbit 333

Analcim 330

Anapait 239

Anatas 49, 154

Anauxit 321

Ancudit †, Kaolinit

Andalusit 63, 267

Anderbergit †, zersetzter Zirkon, Y-haltig

Andersonit 182

Andesin 333

Andorit 107

Andradit 64, 265

Andreattit 309

Andreolith †, Harmotom

Andrewsit 229

Anemolith †, Kalkspatstalaktit

Anemousit †, ein Plagioklas

Angaralith 269

Angelardit ?, chemisch ähnlich Ludlamit

Anglarit †, Berthierit

Anglesit 53, 195

Anglesobaryt 195

Anhydrit 195

Anhydrokainit 196

Anhydrokaolin, künstl. Entwässerungsprodukt

Animikit 33, 87

Ankerit 52, 174

Ankylit 181

Annabergit 241

Ånnerödit †, ein mit Niobit orientiert umwachsener Samarskit

Annit †, Lepidomelan

Annivit 96

Anomalit ?, Mn-Co-Ni-Verbindung, pseudomorph nach Jeffersonit

Anomit 305

Anophorit 295

Anorthit 333

Anorthoklas 334

Anosovit (Tagirov 1951), Ti_3O_5 in Schlakken, 155

Antamokit †, Gemenge von Petzit und Calaverit (Thompson 1946)

Anthochroit ?, *V* von Diopsid (~ Violan)

Anthogrammit †, Anthophyllit

Anthoinit 217
Antholith †, Anthophyllit
Anthophyllit 296
Anthosiderit *P*, Pseudomorphose von Quarz und Eisenhydroxyd nach Cummingtonit, z. T. mit Resten von Cummingtonit oder Grünerit
Anthrakonit, mit Kohle verunreinigter Kalkspat
Anthrakoxen 348
Anthrax †, Rubin
Antiëdrit †, Edingtonit
Antiglaukophan, ähnlich Glaukophan, mit abweichender Optik
Antigorit 322
Antillit, wohl Zersetzungsprodukt des Bronzits, nahe Deweylith
Antimon 34, **82**
Antimonbleiblende †, Boulangerit
Antimonbleikupferblende †, Bournonit
Antimonbleispat †, Bindheimit
Antimonblende †, Kermesit
Antimonblüte 141
Antimonglanz 40, **103**
Antimonit 103
Antimonkupfer †, Horsfordit
Antimonnickel †, Breithauptit
Antimonnickelglanz †, Ullmannit
Antimonocker 146
Antimonpyrochlor, *V* von Pyrochlor
Antimonsilber †, Dyskrasit
Antimonsilberblende †, Pyrargyrit
Antimonsilberglanz †, Stephanit
Antimonspat †, Valentinit
Antiperthit 334
Antlerit 196
Antofagastit †, Eriochalcit (Frondel 1950)
Antozonit 122
Antrimolith †, Gemenge von Thomsonit und Natrolith
Antunit (Antunesit) von Guanajuato, Mexiko
Apatelit 197
Apatit 56, **235**
Aphanesit †, Klinoklas
Aphrit *P*, Aragonit pseudomorph nach Gips
Aphrizit, ein Fe-Turmalin
Aphrodit †, Sepiolith
Aphrosiderit 316
Aphthitalit (Aphthalose) = Glaserit 194
Aphthonit †, Freibergit (Ag-Fahlerz)
Apjohnit 203
Aplom 265
Apoanalcim, Gemenge von Natrolith und (?) Hydronephelin (Oftedal 1952)
Apophyllit 302
Apotom †, Cölestin
Apyrit, *V* von Rubellit
Aquacreptit 321
Aquamarin 287
Araeoxen 233
Aragonit 52, **174**
Aragotit 348
Arakawait †, Veszelyit
Aramayoit 101
Arandisit 151
Arcanit 61, **194**
Ardealit 53, **208**
Ardennit 282
Ardmorit, *HN* für Bentonit von Ardmore
Arduinit †, Mordenit (Stringham, Am. Min. **35**. 1950. 601)
Arendalit †, Epidot
Arequipit †, Gemenge von Bindheimit und Quarz (Mason & Vitaliano 1953)
Arfvedsonit 294
Argentin, lamellarer Calcit mit wogendem Lichtschein
Argentit 92
Argentobismutit †, Schapbachit
Argentojarosit 197
Argentopyrit 98
Argyrit †, Argentit
Argyroceratit †, Chlorargyrit
Argyrodit 92
Argyrojodit †, Jodargyrit
Argyropyrit 98
Argyropyrrhotin †, Sternbergit
Aricit †, Gismondin
Arit 99
Arizonit †, angeblich $Fe_2Ti_3O_9$; nach Th. Ernst (1943) eine Teilverdrängung von Haematit durch TiO_2 (vorwiegend Rutil), als Gemenge bestätigt durch Overholt, Vaux und Rodda (1950)
Arkansit 155
Arksutit †, unreiner Chiolith
Arktizit †, Skapolith
Arktolith ?, $(Ca,Mg)Al_2H_2Si_3O_{11}$
Armangit 167

Arménit †, Azurit
Armenit 289
Arnimit ~ Antlerit (Kokkoros 1953)
Aromit 203
Arquerit, Kongsbergit
Arrhenit ?, Zersetzungsprodukt eines Yttriumsilikotantalates
Arrojadit 223
Arsen 34, 81
Arsenantimon †, Allemontit
Arsenantimonnickelkies †, Korynit
Arsenargentit 87
Arsenblüte †, teils Arsenolith, teils Pharmakolith
Arseneisen †, z. T. Löllingit
Arseneisen 99
Arseneisensinter, Pitticit 246
Arsenglanz †, unreines Arsen
Arsenicit †, Pharmakolith
Arsenikalkies †, Löllingit
Arsenikkies †, Arsenkies
Arseniopleit 232
Arseniosiderit 250
Arsenit †, Arsenolith
Arsenkies 116
Arsenkobalt 99
Arsenkupfer †, Domeykit
Arsennickel †, Rotnickelkies
Arsennickelglanz †, Gersdorffit
Arsennickelkies †, Chloanthit
Arsenoardennit, Ardennit mit viel Arsen
Arsenobismit 251
Arsenoferrit von Joachimsthal = Löllingit (Buerger 1936)
Arsenoklasit 230
Arsenokrokit †, Löllingit
Arsenolamprit 80
Arsenolith 141
Arsenomelan †, Sartorit
Arsenomiargyrit †, Smithit
Arsenopalladinit 87
Arsenopyrit 116
Arsenosiderit †, Löllingit
Arsenostibit = Arsen-Stibiconit
Arsenotellurit ?, soll eine Verbindung von Tellur, Arsen und Schwefel sein
Arsenphyllit †, Claudetit
Arsenpolybasit 105
Arsenrößlerit 242
Arsensilber †, Huntilith
Arsensilberblende †, Proustit
Arsen-Stibiconit 146
Arsenstruvit 243
Arsensulfurit †, Gemenge von Arsen und Schwefel
Arsensulvanit 96
Arsentsumebit, Duftit (C. Guillemin 1956)
Arsen-Uranocircit 253
Arsenvanadinit 236
Artinit 180
Arzrunit 212
Asbeferrit, *V* von Dannemorit (Hornblendegruppe)
Asbest 295, 323
Asbolan 154
Asbophit (F. V. Syromyatnikow 1946), *V* von Serpentin
Ascharit 182
Äschynit, Aeschynit
Ashcroftin 342
Ashtonit †, Ptilolith
Askanit, ähnlich oder identisch Montmorillonit
Asmanit †, Tridymit in Meteoriten
Asowskit 232
Aspasiolith ?, zersetzter Cordierit, ~ Pinit
Asperolith †, teils Epidot, teils Chrysokoll
Asphalt (Erdpech), Gemenge hochmolekularer Kohlenwasserstoffe (Gestein!)
Aspidelith †, Titanit
Aspidolith ?, ein Na-haltiger Phlogopit
Asteroit †, Hedenbergit
Astochit, Na-reicher Richterit (blau); Långban
Astrakanit 205
Astridit, hauptsächlich aus Chromjadeit bestehender Ornamentstein von Neuguinea
Astrolith 305
Astrophyllit 279
Atakamit 128
Atelestit 236
Atelit †, Paratakamit 128 (Frondel 1950)
Atheriastit †, zersetzter Mejonit
Atlasit †, Gemenge von Atakamit und (?) Azurit
Atlasspat, faseriger Kalkspat, Aragonit oder Gips
Atopit †, Roméit

Attakolith ?, ein CaMnAl-Phosphat unsicherer Zusammensetzung
Attapulgit (= Palygorskit) **328**
Auerbachit, ein radioaktiv zersetzter Zirkon
Auerlith 266
Augelith 230
Augit 291
Augustit †, Apatit
Auralith †, zersetzter Cordierit
Aurichalcit 176
Auricuprid 77
Auripigment 117
Aurobismuthinit ?, soll $3(Au,Ag)_2S \cdot Bi_2S_3$ sein
Aurostibit 41, **113**
Aurosmirid(ium) 79
Austinit 232
Automolit †, Gahnit
Autunit 253
Auxit †, Stevensit
Avalit, Chrom-Illit mit 12% Cr_2O_3 (D. Stangatschilowitsch 1956)
Avasit ?, angeblich amorphes $Fe_{10}Si_2O_{19} \cdot 9H_2O$, nach Groth und Mieleitner vielleicht Gemenge von Opal mit Limonit
Avelinoit = Cyrilovit (H. Strunz 1956)
Aventurinfeldspat 333
Aventurinquarz 150
Avogadrit 53, **124**
Awaruit 33, **80**
Axinit 287
Ayasit, Oxydationsprodukt der Eisenmeteorite
Azorit †, Zirkon
Azorpyrrhit ~ Pyrrhit
Azurit 175
Azurmalachit *HN*, Gemenge von Azurit und Malachit

B

Bababudanit, *V* von Riebeckit
Babingtonit 297
Babylonquarz 149
Bacalit 348
Bacillarit †, säulchenförmiger Kaolinit aus böhmischen und französischen Steinkohlenflözen (A. Orlov 1942)
Bäckströmit, Hydrohausmannit (C. Frondel 1953)
Baddeckit †, Gemenge von Hämatit mit Leverrierit oder Cimolit
Baddeleyit 159
Badenit †, Gemenge, ungefähr $(Co, Ni, Fe)_2(As, Bi)_3$
Bagotit †, Lintonit
Bagrationit †, ein Orthit
Baierin †, Niobit
Baikalit, *V* von Salit
Baikerinit 348
Bakerit 271
Baldaufit †, Huréaulith (H. Strunz 1954)
Balkaschit, ein Bitumen
Ballas, radialfaserige Massen von Diamant
Ballesterosit †, Sn-haltiger Pyrit
Baltimorit †, Chrysotil
Balvraidit ?, ungefähr $(Ca,Mg)Al_3H_3Si_5O_{19}$, Zersetzungsprodukt, Übergang zu Serpentin
Bamlit †, Sillimanit
Banalsit 335
Bandjaspis, *V* von Jaspis
Bandylith 190
Bararit 124
Barbertonit 180
Barbierit 333
Barbosalith 229
Barcenit †, Gemenge von Stibiconit und Zinnober
Bardolith, chloritähnliche Aggregate aus einem Diabas von Bardo östlich Posen
Barettit †, Serpentin
Bariohitchcockit †, Gorceixit
Bariumalbit, Na-K-Feldspat mit 14% $BaAl_2Si_2O_8$
Bariumanemousit, Barium-Anorthit
Barium-Anorthit, *V* von Anorthit mit ca. 2% Ba
Bariumaragonit 174
Barium-Autunit (Beintema 1938), „Uranocircit"
Bariumcalcit 173
Bariumheulandit 343
Bariummuskovit 304
Bariumnephelin, künstliches hexagonales $BaAl_2Si_2O_8$
Bariumparisit †, Kordylit
Bariumphlogopit 305
Bariumphosphoruranit, Uranocircit, Meta-Uranocircit

Barium-Phosphuranylit, synthet., 255
Bariumplagioklas, Plagioklas mit 3 bis 5% BaO
Barium-Priderit, Priderit mit vorherrschendem BaO
Bariumsanidin, Sanidin mit 5% BaO aus einem Phonolith von Montana
Barkevikit 295
Barklyit †, Rubin
Barnhardtit †, Chalkopyrit, teilweise in Chalkosin und Covellin verwandelt
Barolith †, Witherit
Baroselenit †, Baryt
Barracanit †, unreiner Cubanit
Barrandit 238
Barroisit 296
Barsowit *F*, Anorthit
Barthit 233
Bartholomit ?, wohl verunreinigter Ferronatrit, Zersetzungsprodukt von Pyrit
Barylith 279
Barysilit 278
Baryt 53, 195
Baryt-Hedyphan, *V* von Hedyphan mit 8% BaO
Barytoanglesit, Ba-haltiger Anglesit
Barytocalcit 174
Barytocoelestin 195
Barytophyllit †, Chloritoid
Barytsalpeter 171
Basaltische Hornblende 295
Basaltjaspis, am Basaltkontakt gefritteter Ton (Gestein!)
Basaltkainit †, Anhydrokainit
Basaluminit 210
Basanit †, Lydit
Basanomelan †, eisenrosenförmiger Ilmenit
Basicerin ~ Bastnäsit
Basiliit ?, angeblich 11 $(Mn, Fe)_2O_3 \cdot Sb_2O_5 \cdot 21\ H_2O$
Basobismutit †, Bismutit (Frondel 1943)
Bassanit 208
„Bassetit" 252
Bastinit (Fisher 1945) Li, Fe, Mn-Phosphat, triklin
Bastit 292
Bastnäsit 177
Bastonit †, angewitterter Biotit
Batavit 312
Batchelorit 303
Bathwillit 348
Batrachit †, Monticellit von Monzoni
Baudisserit †, Gemenge, hauptsächlich Magnesit
Bauerit, Endprodukt der Verwitterung von Biotit, hauptsächlich $SiO_2 + H_2O$
Baulit †, Gemenge von Quarz und Orthoklas
Baumhauerit 108
Bäumlerit, Chlorocalcit
Bauxit 163
Bavalit †, *V* von Daphnit
Bavenit 284
Bayat †, brauner eisenschüssiger Jaspis von Kuba
Bayerit 162
Bayleyit 181
Bayldonit 234
Bazzit 287
Beaconit †, faseriger Talk
Beaumontit, *V* von Heulandit mit K_2O und etwas MgO
Beaverit 197
Beccarit †, olivgrüner Zirkon
Bechilith †, Gemenge, hauptsächlich Ca-Borat
Beckelith 275
Beckerit 348
Becquerelit 165
Bedenit 296
Beegerit †, Gemenge Schirmerit + Matildit (Harcourt 1942)
Beekit †, Chalcedon pseudomorph nach Muschelschalen
Befanamit 277
Beffanit †, Anorthit
Beidellit 311
Beiyinit ?, ein vielleicht optisch einachsiges LaCeYEr-Mineral, von Beiyin in der Mongolei
Beldongrit †, ein Psilomelan
Belgit †, Willemit
Bellingerit 168
Bellit 215
Beljankinit 273
Beljankit (Dorfman 1950) = Creedit (Ermilowa & Molewa 1953)
Belmontit ?, angeblich ein Bleisilikat
Belomorit, Handelsname für Mondstein vom Weißen Meer
Belonesit †, Sellait

Belonit †, Aikinit
Belowit (E. I. Nefedow 1953) **242**
Belowit (L. S. Borodin & M. E. Kazakowa 1954) **235**
Bemagalit, Taaffeit
Bementit 327
Bemmelenit, kolloidales Eisenkarbonat
Benitoit 67, **285**
Benjaminit 108
Bentonit 311
Beraunit 246
Berengelith 348
Beresowit, Gemenge von Krokoit und Cerussit
Beresowskit, *V* von Chromit, Fe : Mg = 3 : 1
Bergalith †, „Deeckeit"
Bergamaskit, eine gemeine Hornblende, fast Mg-frei
Berggold 77
Bergholz, Palygorskit, z. T. Chrysotil
Bergkork, teils Chrysotil, teils Palygorskit
Bergkristall 149
Bergleder, meist *V* von Palygorskit, z. T. verfilzter Faserserpentin
Bergmannit †, unreiner Natrolith
Bergmilch, pulveriger Kalkspat
Bergwolle, Palygorskit
Berinel, Taaffeit
Berlauit †, Delessit
Berlinit 46, 55, **220**
Bermanit 246
Bernonit ?, zweifelhaftes CaAl-Hydrat
Bernstein 348
Berthierin 323
Berthierit 105
Berthonit †, Bournonit (Harcourt 1942, Thompson 1947)
Bertrandit 301
Beryll 287
Beryllit, faseriges Umwandlungsprodukt von Epididymit, angeblich $Be_3[(OH)_2|SiO_4]\cdot H_2O$ (Kuzmenko 1954)
Beryllium-Feldspat, *V* von Feldspat mit 1,2% BeO
Berylliummikroklin, vgl. Beryllium-Feldspat
Berylliumorthit, *V* von Orthit (= „Muromontit")
Berylliumvesuvian 284
Beryllonit 56, **221**
Berzelianit 91
Berzeliit 55, 64, **223**
Betafit 147
Betechtinit 91
Beudantit 198
Beustit †, Epidot
Beyerit (Frondel 1943) **178**
Beyrichit 100
Bhreckit † (?), ein nicht einheitliches Silikat
Bialith 234
Bianchit 200
Bidalotit †, Anthophyllit (Rabbitt 1948)
Bieberit 201
Bieirosit †, Beudantit
Bielzit 348
Biharit ~ Agalmatolith
Bildstein 303
Bilinit 203
Billietit 166
Binarkies (Binarit) †, Markasit
Bindheimit 146
Binnit †, teils Tennantit, teils Sartorit und andere Mineralien vom Binnental
Biotin †, Anorthit
Biotit 305
Biphosphammit ?, ein NH_4-Diphosphat aus Guano
Birmit †, Burmit
Birnessit 154
Bisbeeit †, Lettsomit
Bischofit 123
Bismit 141
Bismoclit 131
Bismuthin, Bismuthinit
Bismuthinit 104
Bismutit 178 (Wismutcarbonat)
Bismutoferrit †, Gemenge von Bi- und Fe-Mineralien
Bismutolamprit †, Bismuthinit
Bismutoplagionit *F*, Galenobismutit
Bismutosmaltin †, Skutterudit mit geringem Bi-Gehalt
Bismutosphärit †, Bismutit (Frondel 1943)
Bismutotantalit 157
Bistagit †, Diopsid
Bittersalz 201
Bitterspat, teils Magnesit, teils Dolomit

Bitterspat (Magnesit) 172
Bituminit 348
Bityit 305
Bixbit †, roter Beryll
Bixbyit 142
Bjelkit †, Cosalit
Blackeit †, Coquimbit
Blakeit (Dana 1850) †, Coquimbit
Blakeit (Frondel & Pough 1940), ein (?) Eisentellurit
Blanfordit, roter NaFeMn-haltiger Diopsid, Indien
Blastonit †, brecciöser Flußspat von Neufundland
Blättererz †, Nagyagit
Blätterserpentin, Antigorit
Blaubleierz *P*, Bleiglanz pseudomorph nach Pyromorphit
Blaueisenerde (Blaueisenerz) †, Vivianit
Blauquarz 149
Blauspat †, Lazulith
Blei 33, **77**
Bleiantimonglanz †, Zinckenit
Bleiantimonit †, Jamesonit
Bleiantimonpyrochlor, Monimolit
Bleiaragonit 174
Bleiarsenglanz †, Sartorit
Bleicherde 311
Bleiglanz 39, **100**
Bleiglätte 137
Bleigummi †, Plumbogummit
Bleihornerz †, Phosgenit
Bleikupferarsen, Duftit (C. Guillemin 1956)
Bleilasur †, Linarit
Bleimalachit 176
Bleiniere †, Bindheimit
Bleiocker †, Bleiglätte, Massicot
Bleiparkerit, Parkerit mit vorherrschendem Pb, vgl. Wismutparkerit
Bleispat †, Cerussit
Bleivitriol †, Anglesit
Bleiwismutglanz †, Galenobismutit
Blende, Zinkblende
Bliabergit †, Ottrelith
Blockit 113
Blödit 205
Blomstrandin 156
Blueit ?, nickelhaltiger Pyrit (~ Bravoit)
Blumenbachit †, Manganblende
Blumit †, teils Hübnerit, teils Bindheimit
Blutstein 144
Bobierrit 240
Bobkowit, ein Opal mit 2,9% Al_2O_3 und wenig Alkalien (J. V. Kozitzin 1955)
Bobrowkit †, Awaruit vom Flusse Bobrowka, Nischne-Tagilsk
Bodenbenderit †, Spessartin (Ch. Milton & A. T. Myers 1949)
Bodenit †, Orthit
Böggildit 234
Bogheadkohle 348
Bogoslowskit (Kupferblau) ?; unreines Cu-Silikat, ähnlich Chrysokoll
Böhmit 163
Bohnerz 164
Boksputit †, Gemenge von Bismutit und Massicot (E. W. Heinrich 1947)
Bol, Bolus 325
Boldyrevit 125
Boleit 130
Bolivarit 238
Bolivian 105
Bolivianit ?, ~ Zinnkies
Bolivit †, Gemenge von Wismutglanz und Wismutocker
Bologneser Spat †, Baryt
Bolopherit †, Hedenbergit
Boloretin ?, ~ Fichtelit
Boltonit †, Forsterit
Boltwoodit 276
Bombiccit †, Hartit
Bonamit †, Zinkspat
Bonsdorffit ~ Pinit, Zersetzungsprodukt von Cordierit
Boodtit †, Mindigit, inhomogen
Boothit 201
Boracit 185
Borax 187
Bordit †, Okenit
Bordosit, teils Kongsbergit, teils ein zweifelhaftes AgHg-Chlorid
Borgniezit, ein ungenügend charakterisierter Na-Amphibol
Borgströmit †, Jarosit
Boŕickyit 250
Bornhardtit 112
Bornin †, Tetradymit
Bornit 91

Borocalcit †, Gemenge, ähnlich Bechilith
Boromagnesit †, Ascharit
Bort 83
Börzsönyit, unvollständig bestimmtes Bi-Tellurid, inhomogen
Bosjemanit 203
Bosphorit, kolloidales Fe^{***}-Phosphat, wohl Zersetzungsprodukt von Vivianit, Halbinsel Kertsch
Bostonit †, Chrysotil (auch Gesteinsname!)
Botallackit 128
Botesit †, Hessit
Botryogen 210
Botryolith †, Datolith
Bouazzerit †, Stichtit (J. Paclt 1953)
Bouglisit †, Gemenge von Anglesit mit Gips
Boulangerit 110
Bourboulit †, Melanterit
Bourgeoisit = Pseudowollastonit 196
Bournonit 106
Boussingaultit 206
Bowenit †, Antigorit
Bowleyit (Rowledge & Hayton 1948) = Bityit (H. S., Zbl. f. Min. 1949. 205; M. Fleischer, Am. Min. **35**. 1950. 1091)
Bowlingit, Saponit
Bowmanit, *V* von Hamlinit
Boydit, Probertit von Inyo County, Kalifornien
Brackebuschit 244
Bradleyit 177
Braggit 103
Bragit †, Fergusonit
Brammallit 307
Branchit ?, ähnlich Hartit
Brandaosit ?, wohl *V* von Almandin
Brandisit 306
Brandtit 242
Brannerit 156
Brasilianit (Mawe 1818) †, Wavellit
Brasilianit (Pough & Henderson 1945) **233**
Braunbleierz, Pyromorphit
Brauneisenerz 164
Braunit 270
Braunmanganerz †, Manganit
Braunsalz †, Tektieit
Braunspat †, teils Ankerit, teils Dolomit
Braunstein, Gemenge verschiedener MnO_2- u. a. Mineralien, hauptsächlich Pyrolusit
Bravaisit 308
Bravoit 113
Brazilianit, siehe Brasilianit (P. & H. 1945)
Brazilit †, teils *HN* für ein ölführendes Gestein von Bahia, teils Baddeleyit, teils *HN* für faseriges Zirkonerz
Breadalbanit, *V* von Hornblende
Bredbergit †, Andradit
Bredigit 264
Breislakit, feinfaseriger wolliger Ilvait vom Vesuv; nach F. Marcello identisch mit Ludwigit (priv. Mitt. 1956)
Breithauptit 39, **99**
Breunnerit †, Mesitinspat
Brevicit †, Natrolith
Brewsterit 343
Brickerit *F*, Austinit
Britholith 235
Brocchit †, Chondrodit
Brochantit 196
Brodrickit (Dake 1941), Glimmermineral ähnlich Pholidolith
Bröggerit, *V* von Uraninit, reich an Thorium
Broggit †, *V* von Asphalt, aus Peru
Bromammonium, synthet. NH_4Br, 121
Bromargyrit 40, **120**
Bromchlorargyrit 120
Bromellit 38, 44, **135**
Bromit †, Bromargyrit
Bromlit †, Alstonit
Bromyrit, Bromargyrit
Brongniardit, a) derb, = Diaphorit, b) kristallisiert, = *V* von Argyrodit
Brongniartin †, teils Glauberit, teils Brochantit
Bronzit 292
Brookit 49, **154**
Brossit †, säuliger Dolomit
Brostenit †, Gemenge von Polianit, Psilomelan und Braunit
Brucit 50, **162**
Brücknerellit 348
Brugnatellit 180
Brunckit, kryptokristallines ZnS (~ „Cleiophan")
Brunnerit (Prunnerit) †, Kalkspat
Brünnichit †, Apophyllit
Brunsvigit 316
Brushit 53, **243**
Bucaramangit 348

Bucholzit †, Sillimanit
Bückingit †, Römerit
Bucklandit, teils Orthit, teils Epidot; beide nach b [010] sehr kurzsäulig
Buldymit, *V* von Vermiculit
Bultfonteinit 272
Bungonit *F*, Kämmererit
Bunsenin †, Krennerit
Bunsenit 40, **136**
Buntkupferkies 91
Buratit †, Aurichalcit
Burbankit 175
Burkeit 199
Burmit 348
Bursait 111
Bustamit 298
Buszit †, Bastnäsit (Goñi & Guillemin 1953)
Butlerit 209
Bütschliit 179, z. T. Gel-Calcit
Buttermilchsilber †, Ostwaldit
Buttgenbachit 128
Butyrellit, Butyrit, „fossile Butter", wohl kein Mineral
Byssolith 296
Byströmit 48, **152**
Bytownit 333

C

Cabrerit 241
Cacheutait †, Gemenge von Seleniden, hauptsächlich Clausthalit
Cadmiumblende, Cadmiumocker †, Greenockit
Cadmiumspat 173
Cadwaladerit 124
Cahnit 190
Ca-Huréaulith 237
Caillèrit = Allevardit
Ca-Illit 308
Cairngormstone, Rauchquarz
Cajuelit †, Rutil
Calafatit †, Alunit
Calamin †, teils Hemimorphit, teils Smithsonit, teils Hydrozinkit
Calamit †, Grammatit
Calaverit 89
Calcareobaryt, Ca-haltiger Baryt
Calciborit 185
Calciklas †, Anorthit
Calcio-Ancylit 181
Calciobaryt 195
Calciobiotit (Zambonini 1919), Biotit mit angeblich 14,3% CaO-Gehalt, der aber wohl z. T. auf Flußspateinschlüsse zurückgeht; aus der Gegend von Nocera, Campagna
Calciocancrinit †, Mejonit
Calciocarnotit †, Tyuyamunit
Calciocelsian, mit 4% CaO
Calciodiadochit †, Ca-haltiger Manganspat
Calcioferrit 250
Calciogadolinit, Ca-haltige Varietät
Calciolazulith 229
Calcio-Jarosit 197
Calcio-Olivin (Kalkolivin, Oebbecke 1877), wohl Ca-führender Olivin (14% CaO, 6,5% MnO, 37,7% MgO)
Calcio-Olivin (Bowen 1922), „Shannonit" (Winchell 1922), = Monticellit (Tilley 1928)
„Calcio-Olivin" (H. O'Daniel & L. Tscheischwili 1942), α-Ca_2SiO_4, synthetisch und aus Schlacken, 264
Calciopalygorskit †, Gemenge von Palygorskit mit Kalkspat; Strontian
Calciorhodochrosit †, Gemenge von Mn- und $CaCO_3$
Calciosamarskit †, Samarskit mit ca. 6% CaO; Ontario
Calcioscheelit †, Scheelit
Calciospessartin, *V* von Spessartin
Calciotantalit †, Tantalit mit ca. 8% CaO
Calciothomsonit †, Kalkthomsonit
Calciothorit ?, Ca-haltiges Zersetzungsprodukt von Thorit
Calciovolborthit 232
Calcit 51, **173**
Calcitachat, lagenförmiges Gemenge von Chalcedon, Quarz und Kalkspat
Calciumarsenuranit, Uranospinit, Meta-Uranospinit
Calciumbariummimetesit 236
Calcium-Eisenspessartin, *V* von Spessartin
Calciumferriphosphat (Efremow 1936), $CaFe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_8 \mid PO_4] \cdot H_2O$ (?)
Calcium-Jarosit, Calcio-Jarosit
Calciumlarsenit 262

Calciumoxyd 136
Calciumpektolith †, Xonotlit
Calciumphosphoruranit, Autunit, Meta-Autunit
Calciumpyromorphit 236
Calciumrhodochrosit, Kalkrhodochrosit
Calciumrinkit, Rinkit mit Ersatz von Ce durch Ca
Calciumsiderit 173
Calciumsulfat-Hemihydrat, Bassanit
Calciumstrontianit 174
Calclacit 347
Calcotephroit, Glaukochroit
Calcouranit †, Autunit
Calcowulfenit, *V* von Wulfenit mit 1,2% CaO
Calcozinkit †, Gemenge von Kalkspat und Zinkit
Caldasit †, Zirkonerz, das im wesentlichen aus Baddeleyit oder Zirkon besteht
Calderit 64, **265**
Caledonit 199
Californit †, dichter Vesuvian
Calingastit (Angelelli & Trelles 1938), Sommairit
Calkinsit 179
Callaghanit 181
Callainit 238
Calogerasit(Guimarães 1944), Simpsonit (Fleischer 1945)
Calvonigrit †, Pyrolusit
Calyptolith †, Zirkon
„Camermanit" 124
Camsellit = Ascharit (Schaller 1942) **182**
Canaanit †, Diopsid
Canbyit 326
Cancrinit 338
Candit †, Ceylonit
Canfieldit 93
Cannizzarit 111
Cantonit *P*, Covellin pseudomorph nach Bleiglanz
Capillitit (Ahlfeld & Angelelli 1948), *V* von Rhodochrosit mit viel $Zn^{\cdot\cdot}$ und $Fe^{\cdot\cdot}$
Caporcianit †, Laumontit
Cappelenit 286
Capreit †, unreiner Kalkspat von Capri, ähnlich „Pelagosit"
Caracolit 198
Carbocer ?, organische Substanz mit 8,2% seltener Erden, von Kola
Carbocerit †, Lanthanit
Carbonado 83
Carbonat-Apatit 235
Carbonat-Whitlockit, *V* von Whitlockit
Carbonyttrin †, Tengerit
Carborund 83
Carburan †, eine pechartige Substanz mit 5% UO_3
Cardenit 313
Cardosonit (I. A. Amor, Madrid 1955), ähnlich oder identisch mit Dufrenit (vgl. M. Fleischer 1956)
Carlosit *F*, Neptunit
Carnallit 127
Carnat †, Nakrit
Carnatit †, Labradorit
Carnegieit 330
Carneol 150
Carnotit 255
Carobbiit 40, **119**
Carolathin †, Allophan
Carrollit 113
Cäsiumbiotit 305
Cassinit †, ein Celsian
Cassiterit 48, **151**
Castanit, z. T. Amarantit, z. T. Hohmannit
Castellit †, Titanit
Castelnaudit †, Xenotim
Castillit †, Gemenge von ZnCuAg-Erzen
Castor †, Castorit †, Petalit
Caswellit †, Zersetzungsprodukt von Biotit
Catalinit *HN*, geschliffene Strandkiesel; Californien
Cathkinit †, Saponit
Catlinit, ein Ton (Gestein!)
Cattierit 41, **113**
Cavolinit †, teils Nephelin, teils Davyn
Cayeuxit †, Pyritknöllchen reich an As, Sb, Ge, Mo, Ni usw., aus den Karpaten
Cebollit 275
Cedarit 348
Cegamit †, Hydrozinkit
Celsian 335
Cementit 81
Cenosit †, Kainosit
Centrallasit 329
Cerapatit, *V* von Apatit
Cerasin, Phosgenit

Cerasit, *V* von Cordierit (mit regelmäßigen Einschlüssen)
Cerbolit †, Boussingaultit
Cerfluorit 122
Cerhomilit, wohl Ce-haltiger Gadolinit
Cerianit 159
Cerin †, ein Orthit
Cerinit ?, unsicherer Zeolith
Cerit 282
Ceriumankerit, Gemenge von Ankerit und Parisit
Cerorthit, *V* von Orthit mit 20% Ce_2O_3
Ceruleofibrit †, Connellit
Cerussit 53, 174
Cervantit = Stibiconit
Cesarolith 153
Ceylonit (Ceylanit), Pleonast
Ceyssatit †, Tripel
Chabasit 344
Chacaltait, ein grüner Pinit
Chalcedon 150
Chalchihuitl, Jadeit der Azteken
Chalchuit †, Türkis
Chalcodit †, Stilpnomelan
Chalilith †, unreiner Thomsonit
Chalkanthit 200
Chalkoalumit 210
Chalkocit †, Chalkosin
Chalkocyanit 193
Chalkodit †, Ferri-Stilpnomelan (Hutton 1938)
Chalkolamprit, Pyrochlor
Chalkolith †, teils Autunit, teils Torbernit
Chalkomenit 168
Chalkomiclin †, Bornit
Chalkomorphit †, teilweise zersetzter Ettringit
Chalkonatronit 179
Chalkophacit †, Lirokonit
Chalkophanit 165
Chalkophyllit 210
Chalkopissit †, „Kupferpecherz"
Chalkopyrit 37, 95
Chalkopyrrhotin †, Cubanit; neuerdings auch für Mischkristalle $CuFeS_2$—FeS verwendet
Chalkosiderit 248
Chalkosin 91
Chalkostaktit †, Chrysokoll
Chalkostibit 104
Chalkotrichit 135
Chalmersit †, Cubanit
Chalybit †, Siderit mit wenig Mn, Mg, Ca (Smythe & Dunham, Min. Mag. **28.** 1947. 53)
Chalypit 81
Chamoisit †, Chamosit
Chamosit 317
Chañarcillit †, Huntilith
Chapmanit 262
Chathamit 117
Chazellit †, Berthierit
Cheleutit (Wismutkobalterz) †, Gemenge von Speiskobalt und Wismut
Chelmsfordit †, Skapolith
Chemawinit 348
Chenevixit 248
Chenocoprolith †, Ganomatit
Cheralith 225
Chernikit, Tschernikit
Cherokin, milchweißer Pyromorphit
Cherskit, Tscherskit
Chessylith †, Azurit
Chesterlith †, Mikroklinperthit
Chevkinit, Tscheffkinit
Chiastolith 268
Chibinit, Lovtschorrit
Chiklit, Mn-haltige Varietät von Amphibol (S. A. Bilgrami 1955) 294
Childrenit 247
Childro-Eosphorit 247
Chileit †, teils krustenförmiger Descloizit, teils Goethit
Chilenit 87
Chilesalpeter, Natronsalpeter
Chilkinit, Schilkinit
Chillagit 216
Chiltonit †, Prehnit
Chimborazit †, Aragonit
Chinglusuit, Tschinglusuit
Chinkolobwit *F*, Sklodowskit
Chinoit (Beck & Givens 1953) = Libethenit (Guillemin 1953)
Chiolith 126
Chirvinskit, Tschirwinskit
Chiviatit ?, ~ $Pb_2Bi_6S_{11}$, wohl ein Gemenge
Chizeuilit *F*, Andalusit
Chkalovit, Tschkalowit
Chloanthit 117
Chlopinit 157

Chlor-Apatit 235
Chlorargyrit 40, **120**
Chlorastrolith, Pumpellyit (D. S. Coombs 1953)
Chlorbleispat †, Phosgenit
Chloridmarialith 339
Chloridmejonit 339
Chloritgruppe 313
Chloritoid 319
Chloritspat †, Ottrelith
Chlormelan †, Cronstedtit
Chlormelanit, Chloromelanit
Chlormerkur †, Kalomel
Chlornatrokalit †, Gemenge, ungefähr 6 KCl + 1 NaCl
Chloroaluminit 123
Chloroarsenian ?, ein Mn-Arsenat oder -Arsenit
Chlorocalcit 121
Chloromagnesit 122
Chloromanganokalit 127
Chloromelan †, Cronstedtit
Chloromelanit 291
Chloropal, Gemenge von Nontronit mit Opal
Chlorophäit ?, Fe-reicher Leptochlorit mit weitgehend Gel-ähnlichen Eigenschaften
Chlorophan †, *V* von Flußspat
Chlorophanerit †, Glaukonit
Chlorophoenizit 231
Chlorophyllit ?, ähnlich Pinit, Zersetzungsprodukt von Cordierit
Chloropit †, Delessit
Chlorosapphir, tiefgrüner Sapphir
Chlorospinell, durch $Fe^{...}$- und Cu-Gehalte grün gefärbter Spinell
Chlorothionit 196
Chlorothorit †, Thorogummit
Chlorotil †, Mixit
Chloroxiphit 130
Chlor-Spodiosit, synthet. $Ca_2[Cl \mid PO_4]$, rhombisch, $a_0 = 6{,}17$, $b_0 = 6{,}89$, $c_0 = 10{,}74$ (A. L. Mackay, Min. Mag. **30**. 1953. 166)
Chocolit †, Gemenge von Garnierit und Limonit
Chodnewit †, unreiner Chiolith
Chondroarsenit †, Sarkinit
Chondrodit 63, **269**
Chondrostibian 148
Chonikrit †, zersetzter und mit Diallag gemengter Feldspat
Christensenit, *V* von Tridymit, mit 5% $NaAlSiO_4$ in fester Lösung
Christianit †, teils Anorthit, teils Phillipsit
Chrismatin, Chrismatit, 348
Christophit, stark Fe-haltige Zinkblende
Chromaluminiumhisingerit, angeblich *V* von Hisingerit
Chromakmit, Komponente in einem Chromdiopsid
Chrom-Amesit 323
Chrom-Antigorit 323
Chrombeidellit, *V* von Beidellit mit 1,12% Cr_2O_3
Chrombiotit 304
Chrombleispat †, Krokoit
Chrombrugnatellit *F*, Stichtit
Chromchlorit, Kämmererit
Chromcyanit, *V* von Cyanit, grün
Chromdiopsid 291
Chromeisenerz 138
Chromepidot 282
Chrom-Ferrimontmorillonit, *V* von Montmorillonit vom Ural
Chromfordit †, siehe Cromfordit
Chromglimmer, Chrommuskovit und Chrombiotit
Chrom-Halloysit 325
Chromit 138
Chromitit †, Chromit (auch Gesteinsname!)
Chromitspinelle 138
Chromjadeit, Jadeit mit Cr z. T. für Al
Chrom-Kaolinit 321
Chrom-Klinochlor 318
Chrom-Magnetit, *V* von Magnetit mit 12,3% Cr_2O_3
Chrommuskovit 304
Chromocker 325
Chromoferrit †, Chromit
Chromohercynit 138
Chrom-Phengit, ein Cr-haltiger Glimmer
Chromphosphorkupferbleispat †, Gemenge von Laxmannit und Pyromorphit
Chrompicotit †, Picotit mit etwas mehr Cr
Chromrutil 151
Chromtremolit, *V* von Tremolit
Chromturmalin, tiefgrüner Cr-haltiger Turmalin

Chromvesuvian 284
Chrysitin †, Massicot
Chrysoberyll 61, **140**
Chrysokoll 289
Chrysolith 262
Chrysophan †, Clintonit
Chrysopras 150
Chrysotil 322
Chubutit †, Lorettoit
Churchillit †, Mendipit
Churchit 244 .
Chusit ?, Zersetzungsprodukt von Olivin
Ciempozuelit, ungefähr $CaNa_6[SO_4]_4$, wohl Gemenge mit Glauberit
Cimolit †, Gemenge von Ton und Alunit (Grim & Rowland 1942)
Cinnabarit 102
Ciplyit †, stark kieselhaltiger Kollophan
Citrin 149
Clarain †, Glanzkohle
Clarit, teils Clarain, teils Enargit
Clarkeit 167
Claudetit 141 .
Clausthalit 40, **100**
Clayit †, Gemenge, hauptsächlich Fahlerz
Cleavelandit, blätteriger Albit
Cleiophan, weiße Zinkblende
Cleveit 159
Cliftonit 83
Clingmanit †, Margarit
Clintonit 306
Cluthalit †, verwitterter Analcim
Cobaltin 41, **114**
Cobaltocalcit (Millosevich 1910), *V* von Calcit mit Co-Gehalt
Cobaltocalcit (Dana **2.** 1951. 175), Sphärokobaltit
Cobaltorhodochrosit, Kobaltmanganspat
Cobalto-Sphärosiderit, *V* von Siderit, mit je ca. 10% CoO, MgO und MnO
Coccinit 121
Cocinerit (Hough 1919), ~ Cu_4AgS, legierungsartig, derb; Cocinera-Grube, Mexiko
Codazzit, Gemenge von Ankerit und Parisit (Am. Min **13.** 1928. 570)
Coelestin 53, **195**
Coeruleit ?, $CuAl_2[(OH)_2 \mid AsO_4]\cdot 7\,H_2O$
Coeruleofibrit †, Connellit
Coeruleolaktit 247
„Coesit" **149**
Coffinit 66, **266**
Cohenit 80
Cokeit, ein natürlich entstandener Koks
Colemanit 188
Colerainit, *V* von Pennin oder Korundophilit
Collbranit †, teils Ludwigit, teils eisenhaltiger Pyroxen
Collieit, CaV-haltiger Pyromorphit
Collinsit 242
Colomit †, Roscoelith
Coloradoit 37, **94**
Columbit 155
Columbomikrolith, wohl ein Pyrochlor mit Nb statt Ta
Colusit 96
Combeit, $Na_4Ca_3[(OH, F)_2 \mid Si_6O_{16}]$, rhomboedrisch, $a_0 = 10{,}43$, $c_0 = 13{,}14$ (T. G. Sahama & K. Hytönen, Min. Soc. London, Notice Nr. 98. 1957)
Comptonit †, Thomsonit
Comuccit †, Jamesonit
Conchit †, faseriger Aragonit der Muschelschalen
Condurrit †, Gemenge von Cu-Huterzen
Confolensit †, unreiner Kaolinit
Connellit 129
Connarit 323
Cookeit 317
Coolgardit †, Gemenge von AuAg-Telluriden mit Coloradoit
Cooperit 103
Coorongit 348
Copalin 348
Copiapit 211
Copperasin ?, angeblich ein CuFe-Sulfat
Coppit †, Tetraedrit
Coquimbit 202
Coracit †, Gummit
Cordierit 287
Cordobait, Brannerit
Corkit 198
Cornetit 231
Cornuit, nach Rogers (1917) ein dem Chrysokoll ähnliches kolloidales Kupfersilikat; nach Hahn (1927) ein proteinartiges „Mineral"
Cornwallit (Zippe 1847), Erinit 230

Coronadit 153
Coronguit †, silberhaltiger Bindheimit (Mason & Vitaliano 1953)
Coronit †, ein Mg-Turmalin
Corrensit 318
Corundellit †, Margarit
Corvusit 160
Cosalit 111
Cossait †, Paragonit
Cossyrit 296
Cottait †, Orthoklas
Cotterit †, perlmutterglänzender Quarz
Cotunnit 131
Coulsonit, Vanadomagnetit von Bihar in Indien
Courtzilith, Asphalt
Courzit (J. Thugutt 1945) = Wellsit
Couseranit †, Couzeranit †, teils zersetzter Dipyr, teils Andalusit
Covellin 102
Craigtonit ?, soll aus Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, MnO und K_2O bestehen, Dendriten auf Granit
Cramerit †, „Cleiophan" (weiße Zinkblende)
Crandallit 234
Crednerit 139
Creedit 212
Creniadit †, Kaolinit von Colorado
Crenit †, durch organische Substanz gelb gefärbter stalaktitischer Calcit
Crestmoreit (Eakle 1917), Gemenge von Tobermorit und Wilkeit (H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1953. 155)
Crichtonit 144
Crispit †, Sagenit
Cristobalit 47, **148**
Cristobalitchalcedon 150
Cromfordit †, Phosgenit
Cronstedtit 323
Crookesit 92
Crossit 294
Crucit (Crucilith), a) Chiastolith, b) Pseudomorphose von Eisenhydroxyden nach Arsenopyritdrillingen
Cryphiolith, Apatit und Sellait pseudomorph nach Wagnerit (Claringbull & Hey 1956)
Csiklovait 90
Cubait †, Quarz von Cuba
Cubanit 98
Cubicit †, Analcim
Cuboit †, Analcim
Cuccheit †, „Foresit" (Desmin)
Culebrit †, Gemenge von HgSe und ZnS
Culsageeit †, Jefferisit
Cumengeit 130
Cummingtonit 293
Cuprein †, Chalkosin
Cuprit 44, **135**
Cupritungstit 216
Cuproadamin 228
Cuproarquerit, *V* von Silberamalgam mit etwas Cu
Cuproasbolan 154
Cuproaurid, ? Auricuprid
Cuprobinnit †, Binnit (Fahlerz)
Cuprobismuthit 104
Cuproboulangerit, Cu-haltiger Boulangerit
Cuprocalcit †, Gemenge von Kalkspat und Cuprit
Cuprocopiapit 211
Cuprocuprit ?, angeblich Mischung von Cu und Cu_2O, kubisch
Cuprodescloizit †, Mottramit
Cuproferrit †, Pisanit
Cuprogoslarit 202
Cuprojarošit †, Cuprokirovit
Cuprojodargyrit †, Miersit
Cuprokassiterit †, angewitterter Zinnkies
Cuprokirovit 201
Cuprolowtschorrit, Cuprowudyawrit
Cupromagnesit †, Mg-haltiger Boothit, vom Vesuv
Cupromontmorillonit = Medmontit
Cuproplatin, mit 8—13% Cu
Cuproplumbit, Bayldonit (C. Guillemin 1956)
Cupropyrit ?, ~ unreiner Cubanit
Cuprorivait, Gemenge von Wollastonit und Glas
Cuproscheelit 216
Cuprotungstit 217
Cuprosklodowskit 276
Cuprouranit †, Torbernit
Cuprovanadit (Chileit) †, Descloizit
Cuprowudyawrit, Cu-haltiger Wudyawrit
Cuprozinkit †, Rosasit
Cuprozippeit, *V* von Zippeit 214
Curit 167

Curtisit, Idrialin (Haberlandt 1940; K. Tuček & J. Kouřimsky 1953)
Cuspidin 280
Custerit †, Cuspidin
Cyanit 268
Cyanochalcit ?, ein Wasser und Phosphorsäure enthaltendes Kupfersilikat, ~ Chrysokoll
Cyanochroit 206
Cyanoferrit †, Pisanit
Cyanolith (?), unsicherer Zeolith
Cyanosit †, Chalkanthit
Cyanotrichit 210
Cyclopeit?, ~ feinfaseriger Ilvait
Cyclopit †, Anorthit
Cymatolith *P*, Gemenge von Muskovit und Albit pseudomorph nach Spodumen
Cymrit 229
Cyprin †, blauer, etwas Cu-haltiger Vesuvian
Cyprit †, Chalkosin
Cyprusit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957)
Cyrilovit 250
Cyrtolith †, ein radioaktiv veränderter Zirkon

D

D'Achiardit 343
Dahllit 235
Daitonschwefel *F*, rhombischer α-Schwefel
Dakeit †, Schroeckingerit (Nováček 1939)
Dalarnit †, Arsenopyrit von Dalarne
Daleminzit (?), rhombisches Ag_2S (Akanthit oder Pseudomorphose?)
Dalyit 284
Damourit †, ein feinschuppiger Muskovit
Danait 116
Danalith 339
Danburit 55, 335
Dannemorit 293
Daourit †, Rubellit
Daphnit 316
Daphyllit †, Tetradymit
Darapskit 171
Darlingit †, Lydit
Darwinit †, Whitneyit
Dashkesanit, ein Amphibol ähnlich Hastingsit mit 7,24% Cl, von Dashkesan in Transkaukasien
Datolith 56, 270
Dauberit †, Zippeit
Daubréeit 131
Daubréelith 112
Daunialith (Andreatta 1943), Gemenge von Montmorillonit mit 25% organogenem SiO_2
Dauphinit †, Anatas
Davidit 144
Davidsonit †, Beryll
Daviesit 132
Davisonit †, Apatit (Frondel, priv. Mitt. 1954)
Davit †, Alunogen
Davreuxit ?, ein Vermiculit, Mn-haltig
Davyn 333
Dawsonit 176
Dechenit †, krustenförmiger Descloizit
Deeckeit *P*, Mordenit oder Ferrierit pseudomorph nach Melilith, Material der „Pflockstruktur"
Degeröit †, Hisingerit
Dehrnit 235
De Kalbit †, Diopsid
Delafossit 136
Delanovit (Delanouit) ~ Montmorillonit
Delatynit 348
Delawarit †, Orthoklas von Delaware
Delessit 316
Delislit †, Freieslebenit
Delorenzit 156
Delphinit †, Epidot
Deltait, Crandallit, 234
Delvauxen †, teils Delvauxit, teils Bořickyit
Delvauxit 248
Demantoid 265
Demantspat †, gemeiner Korund
Demidoffit, *V* von Chrysokoll, P-haltig
Denhardtit 348
Dennisonit † = Davisonit †, Apatit
Deodatit †, Hauyn
Derbylith 148
Déribérit, Allevardit
Dermatin †, Gemenge, wohl hauptsächlich Serpentin
Dernbachit †, Beudantit
Dervillit ?, enthält Sb, Pb, Bi (?), etwas S, monoklin, a : b : c = 1,069 : 1 : 1,485 (R. Weil 1941; vgl. M. Fleischer, Amt Min. **34**. 1949. 618); vielleicht Fülöppi.

Desaulesit ?, H_2O-haltiges NiZn-Silikat
Descloizit 233
Desmin 342
Destinezit 246
Devadit †, Vredenburgit (Mason 1943)
Devillin 211
Devonit †, Wavellit
Dewalquit †, Ardennit
Deweylith †, Serpentin (Konta 1952)
Dewindtit 256
Diabantit 316
Diaboleit 130
Diadelphit †, Haematolith
Diadochit 246
Diagonit †, Brewsterit
Diaklasit †, Bastit
Diallag 291
Dialogit †, Manganspat
Diamant 35, **82**
Dianit †, Columbit
Diaphorit 107
Diaspodumen, Verwachsung von Spodumen mit hypothet. Cäsiumspodumen
Diaspor 163
Diasporogelit †, Böhmit
Diastatit *V*, schwarze Hornblende, von Nordmarken
Diatomit, Opalsubstanz der Diatomeen
Dichroit, Cordierit
Dickinsonit 223
Dickit 70, **320**
Dicksbergit †, Rutil von Dicksberg
Diderichit (Vaes 1947) = Rutherfordin (Frondel & Meyrowitz 1956)
Didymit †, ein Sericit
Didymolith 285
Dienerit 87
Dietrichit 203
Diestit, Vandiestit
Dietzeit 168
Digenit, Gemenge von Chalkosin und Covellin; siehe auch Neodigenit
Dihydrit, Pseudomalachit 230
Dihydrothenardit †, Gemenge von Blödit mit Thenardit
Dillenburgit †, Chrysokoll von Dillenburg
Dillnit †, Gemenge von Kaolinit und Diaspor; nach J. Konta ein spezifisches Tonmineral (Chemie der Erde **17**. 1955. 223)
Dimagnetit *P*, Magnetit pseudomorph nach Ilvait
Dimorphin 117
Dinit 348
Diochrom †, Zirkon vom Monte Somma
Diopsid 68, **290**
Diopsidjadeit 291
Dioptas 288
Dioxylith †, Lanarkit
Diphanit †, Margarit
Dipyr 339
Dipyrit †, teils Magnetkies, teils Dipyr
Diskachat, Achat mit scheibenförmigen Einschlüssen
Disterrit, Brandisit
Disthen 268
Dittmarit 243
Dixenit 56, **270**
Djalmait, wohl identisch mit Mikrolith
Dobschauit †, Gersdorffit von Dobschau
Doelterit ?, kolloidales TiO_2, $TiO_2 \cdot H_2O$ oder $TiO_2 \cdot 2\,H_2O$, angeblich in manchen Lateriten
Dognacskait ?, $Cu_2S \cdot 2\,Bi_2S_3$ (?)
Dolerophanit 196
Dolomian †, Hauyn
Dolomit 52, **173**
Domeykit 86, 87
Domingit †, Warrenit
Donbassit 321
Dopplerit (Haidinger), Ca-Salz einer Huminsäure
Dopplerit (Deicke) †, eine erdige organ. Substanz
Doranit ~ Analcim
Doughtyit ?, ~ Winebergit
Douglasit 127
Doverit 177
Dravit 288
Dreeit, Dreelith †, Calciobaryt
Drewit, submariner $CaCO_3$-Schlamm; Florida
Droogmansit ?, gelbrote radialstrahlige Kügelchen in den uranführenden Schichten von Kasolo, Katanga; optisch zweiachsig positiv, $n > 1{,}74$
Dubuissonit ~ Montmorillonit
Ducktownit †, Gemenge von Pyrit und Chalkosin
Dudgeonit †, unreiner Annabergit

Dudleyit †, angewitterter Biotit
Dufreniberaunit ?, H_2O-haltiges FeMn-Phosphat, ähnlich dem Beraunit
Dufrenit 229
Dufrenoysit 108
Duftit 232
Dumasit †, ein Chlorit
Dumontit 256
Dumortierit 275
Dumreicherit 203
Dundasit 181
Dunhamit (?), PbTe-Mineral (Fairbanks 1946)
Duparcit †, Vesuvian
Duplexit (Rowledge & Hayton 1948) = Bavenit (H. Strunz, Zbl. Min. 1949. 205; M. Fleischer & G. Switzer, Am. Min. **38**. 1953. 988)
Duporthit †, unreiner asbestartiger Serpentin
Durangit 66, **232**
Durdenit †, Emmonsit (Frondel & Pough 1944)
Dürfeldtit ?, inhomogenes Sulfantimonid
Durit (Mattkohle), mikroskopischer Bestandteil des Anthracits
Dussertit 234
Dutoitspanit †, Bultfonteinit
Duttonit 160
Duxit 348
Dysanalyt 44, **145**
Dysklasit †, Okenit
Dyskolit †, Saussurit
Dyskrasit 87
Dysluit, *V* von Gahnit
Dysodil 348
Dyssnit †, verwitterter Fowlerit
Dysyntribit †, Gieseckit (zu dichter Muskovitsubstanz veränderter Nephelin)

E

Eakinsit ~ Boulangerit
Eakleit †, Xonotlit
Earlandit 347
Eastonit †, teils Biotit, teils ein Vermiculit
Ebelmenit †, Gemenge von Polianit und Psilomelan
Echellit, Natrolith
Eckermannit 294
Eckrit (Ravier 1951), eine Hornblende zw. Arfvedsonit und Glaukophan
Edelopal 150
Edenit 295
Edingtonit 72, **341**
Edisonit †, Rutil
Edmondsonit †, Taenit
Edwardsit †, Monazit
Egeran, Vesuvian in strahligen Aggregaten
Eggonit †, Sterrettit (Bannister 1941)
Eglestonit 129
Egueiit ?, angeblich Oxydationsprodukt von Vivianit, wohl nicht homogen
Ehlit, Pseudomalachit 230
Ehrenbergit ~ Allophan
Ehrenwerthit, wohl Siderogel
Eichbergit ?, (Cu, Fe)$Sb_3Bi_3S_5$, D = 5,4, H > 6; nur ein einziges Stück vom Eichberg am Semmering bekannt geworden
Eichwaldit 183
Eikoturmalin, ähnlich Turmalin, opt. zweiachsig, ohne Bor
Eis 134
Eisen 33, **80**
Eisenåkermanit 278
Eisenalaun †, Halotrichit
Eisenanthophyllit †, teils Hypersthen, teils Grünerit, teils Aktinolith
Eisenantigorit, Ferro-Antigorit
Eisenantimonglanz †, Berthierit
„Eisen-Berlinit" (Geith 1953), synthet. $FePO_4$ mit Berlinit-Struktur
Eisenblüte, *V* von Aragonit, bäumchenförmig
Eisenboracit 185
Eisenchlorit †, Delessit
Eisencordierit 287
Eisendolomit, *V* von Ankerit
Eisenglanz 144
Eisenglimmer †, Lepidomelan
„Eisenglimmer" 144
Eisengymnit †, teils Fe-haltiger Deweylith, teils „Hydrophit"
Eisenhypersthen, Hypersthen mit Mg : Fe = 1 : 3
Eisenkalkolivin, wohl ein Fe-Monticellit, nur aus Schlacken bekannt
Eisenkies, Pyrit
Eisenkiesel 149
Eisenknebelit 262

Eisenkobaltkies †, Safflorit
Eisenmonticellit, synthet. $CaFe[SiO_4]_2$
Eisennatrolith †, unreiner Natrolith
Eisennickel 80
Eisennickelkies 93
Eisenpecherz †, teils Stilpnosiderit, teils Triplit, teils Pitticit
Eisenpickeringit, Ferropickeringit, *V* von Pickeringit
Eisenplatin 79
Eisenrhodonit, Pyroxmangit, 297
Eisensinter, derbes Gemenge von Arsenaten, hauptsächlich Skorodit oder Pitticit
Eisenskutterudit, Arsenoferrit
Eisenspat 172
Eisenspinell †, teils Hercynit, teils Pleonast
Eisensteinmark †, Gemenge von Eisen- und Manganoxyd mit zersetztem Feldspat
Eisenstrigovit, *V* von Strigovit
Eisentephroit, Mischungsglied zwischen Knebelit und Tephroit
Eisenvitriol 201
Eisenwollastonit, Ferrowollastonit
Eisspat †, Sanidin
Eitelit 175
Ekdemit 132
Ekebergit †, Mizzonit
Ekmanit 309
Ekmannit †, Ekmanit
Ektropit †, Bementit
Eläolith 330
Elasmosin †, teils Nagyagit, teils Altait
Elaterit (Erdpech), *V* von Ozokerit (mit Sauerstoffgehalten)
Elatolith †, angeblich magmatogenes α-$CaCO_3$ im Eläolithsyenit von Kola; nur die Abdrücke sind bekannt
Elbait (ein Turmalin) **288**
Elbait †, Ilvait
Elbrussit 311
Eldoradoit †, teils Bleiglanz, teils irisierender Quarz
Elektrum 77
Eleonorit 246
Elfstorpit, wasserhaltiges $Mn^{\cdot\cdot}$-Arsenit oder Arsenat, rhombisch (?)
Elhuyarit †, Allophan
Eliasit †, unreiner Gummit
Elkonit, quellfähiges Tonmineral mit Absorptionsvermögen
Ellagit †, Skolezit
Ellestadit 235
Ellonit †, cimolitähnliche Mineralgemenge mit Quarz durchsetzt
Ellsworthit, Uran-Pyrochlor
Elpasolith 125
Elpidit 284
Elroquit ?, unreines H_2O-haltiges AlFe-Silikat
Embolit 120
Embrithit ?, angeblich reiner Pb-Bournonit
Emerylith †, Margarit
Emildin, ein Y-haltiger Spessartin
Emmonit 174
Emmonsit 168
Empholith †, Diaspor
Emplektit 104
Empressit 88
Enalith, Uranothorit mit über 10% UO_2
Enargit 97
Enceladit †, Warwickit
Endeiolith, Pyrochlor
Endellit, Halloysit
Endellionit †, Bournonit
Endlichit 236
Endothermit ?, ~ Kaolinit
Enelektrit ?, winzige farblose monokline Kriställchen im Bernstein von Manitoba
Engelhardit †, Zirkon mit vorherrschendem e $\{101\}$
Englishit 249
Enhydros 150
Enophit †, Serpentin
Enstatit 292
Enysit †, Gemenge von Ton, einem Cu-Sulfat, Kalkspat u. a.
Eosit 216
Eosphorit 247
Ephesit 304
Epiboulangerit †, Boulangerit
Epichlorit 309
Epidesmin, *V* von Stilbit, 343
Epididymit 301
Epidot 281
Epigenit 105
Epiglaubit ~ Brushit
Epiianthinit 165

Epileucit †, Gemenge von Orthoklas und Muskovit pseudomorph nach Leucit
Epinatrolith ?, Umwandlungsprodukt von Sodalith, Nosean und Hauyn in Phonolithen
Epiphanit 317
Epiphosphorit †, Apatit
Episkolezit, Metathomsonit
Episphärit ?, ein Zeolith vom Kaiserstuhl
Epistilbit 343
Epistolit 273
Epithomsonit (Thugut 1949), Metathomsonit (Hey 1932)
Epsomit 201
Erbsenstein, *V* von Aragonit oder Kalkspat
Ercinit †, Harmotom
Erdkobalt †, gelber oder brauner = Gemenge von Pitticit und Erythrin, schwarzer = Asbolan
Erdmannit (Berlin 1853) †, zersetzter Homilit
Erdmannit (Engström) †, wohl Ce-haltiger Gadolinit
Erdmannit (Esmark) †, veränderter Zirkon
Eremit †, Monazit
Ericait 185
Erikit 274
Erinadin, Y-haltiger Pyrop
Erinit (Haidinger 1828) **230**
Erinit (Beudant 1832, Des Cloizeaux 1845) †, Chalkophyllit
Erinit (Thomson 1836) †, Fe-Montmorillonit
Eriochalcit 123
Erionit 342
Ermakit †, brauner wachsartiger Ton, annähernd $(Al, Fe)_2O_3 \cdot 3\ SiO_2 \cdot 2\ H_2O$, aus der Gegend von Omsk
Ernit †, Oehrnit †, veränderter Pyroxen
Ernita *F*, Grossular
Errit †, Parsettensit, 309
Ersbyit †, teils Mejonit, teils Mikroklin von Ersby
Erubescit †, Bornit
Erusibit ?, zweifelhaftes Fe-Sulfat
Erythrin 241
Erythrit †, fleischroter Orthoklas
Erythrochalcit †, Eriochalcit
Erythroconit †, Tennantit
Erythrosiderit 127
Erythrozinkit 97
Erzbergit, sprudelsteinartiges Gemenge von Aragonit und Kalkspat
Escherit †, Epidot
Eschwegeit 156
Eschwegit †, unreiner Haematit
Eskebornit (Ramdohr 1950), kub. FeCu-Selenid
Esmarkit †, teils angewitterter Anorthit, teils angewitterter Cordierit, teils Datolith
Esmeraldait †, Nadeleisenerz (oder Rubinglimmer?) mit adsorbiertem H_2O
Estramadurit †, derber Apatit
Ettringit 212
Euchlorin ?, ein K, Na, Cu-Sulfat, rhombisch, a : b : c = 0,7616 : 1 : 1,8755
Euchlorit †, Biotit
Euchroit 245
Euchysiderit †, Hedenbergit
Eudialyt 286
Eudidymit 301
Eudnophit †, Analcim
Eugenesit †, Allopalladium
Eugenglanz †, Polybasit
Eukamptit †, unfrischer Biotit
Eukairit 93
Euklas 301
Eukolit 286
Eukolit-Titanit ?, ~ Keilhauit
Eukrasit, *V* von Thorit
Eukryptit 261
Eulit, Orthopyroxen $En_{20}Of_{80}$ aus Eulysitgesteinen (Of = Orthoferrosilit) (Poldervaart 1947)
Eulytin 267
Eunicit (J. E. Paiva Hetto 1955), ein Montmorillonit
Euosmit 348
Euphyllit *V*, ein Mischkristall Paragonit-Muskovit
Eupyrchroit †, unreiner Apatit
Euralith †, Delessit
Eusynchit †, krustenförmiger Descloizit
Euthalit (Euthallit) †, Analcim
Euxenit 156
Euzeolith ~ Heulandit
Evansit 249
Evigtokit †, Gearksutit
Evenkit 348

Exanthalit (†), teils Glaubersalz, teils $Na_2SO_4 \cdot 2\,H_2O$
Exitelit †, Valentinit
Eytlandit †, Samarskit

F

Faheyit 236
Fahlerz 95
Fairchildit 175
Fairfieldit 242
Falkenauge 150
Falkenhaynit †, Tetraedrit (Kutina 1951)
Falkenstenit (?), chemisch ähnlich Ashcroftin, optisch ähnlich Gonnardit (T. F. W. Barth 1945)
Falkmanit, teils Boulangerit (S. C. Robinson, Am. Min. **33**. 1948. 716), teils Jamesonit (J.-E. Hiller, N. Jb. Min. Mh. 1955. 238)
Falunit ~ Pinit, Umwandlungsprodukt von Cordierit
Famatinit 97
Farallonit 217
Faratsihit †, Gemenge von Nontronit und Kaolinit (Hendricks 1939)
Fargit †, roter Natrolith
Farölith †, radialfaserige Kugeln von Thomsonit
Fasciculit †, eine büschelige Hornblende
Faserblende †, Wurtzit
Faserkiesel †, Sillimanit
Faserserpentin, Chrysotil, 322
Fassait 291
Faujasit 345
Fauserit 202
Faustit 248
Favas („Bohnen"), Gerölle von TiO_2, ZrO_2 usw. in Diamantsanden von Brasilien
Fayalit 61, **262**
Federalaun †, Halotrichit
Federerz †, feinnadeliger verfilzter Jamesonit, Antimonglanz oder Plagionit
Fedorowit, *V* von Pyroxen (zwischen Aegirin und Aegirinaugit)
Feldspatgruppe 72, **331**
Felsit †, Orthoklas
Felsöbanyit 210
Ferberit 215
Ferghanit 256
Fergusonit 157
Fermorit 236
Fernandinit 244
Ferracit ?, angeblich $(Ba, Pb)_3[P_4O_{13}] \cdot 8\,H_2O$, elfenbeinfarbige Favas aus den Diamantsanden Brasiliens
Ferriallophan 325
Ferrialunogen 202
Ferri-Beidellit, Eisenbeidellit, *V* von Beidellit
Ferri-Berthierin 323
Ferri-Biotit, eisenreicher, hoch doppelbrechender Biotit mit großem Achsenwinkel
Ferribraunit (?), vielleicht Braunit mit Fe-Gehalt
Ferri-Chamosit, oxydierter Chamosit
Ferricopiapit 211
Ferrierit 343
Ferrihalloysit 325
Ferriilmenit 144
Ferrikerolith ?, vielleicht Ferripalygorskit oder Ferrisepiolith
Ferrimetahalloysit 325
Ferrimolybdit 216
Ferrimontmorillonit 311
Ferrimuskovit 304
Ferrinatrit 205
Ferripalygorskit 328
Ferripyroaurit, oxydierter Ferropyroaurit
Ferri-Richterit, Eisenrichterit, Juddit, *V* von Richterit
Ferri-Saponit 313
Ferrisepiolith 328
Ferri-Sericit (H. Minato & Y. Takano 1952), ein Sericit mit 5,7% Fe_2O_3 und 1,5% FeO
Ferrisicklerit 221
Ferrisymplesit 241
Ferrit †, teils eisenreicher Serpentin, teils Eisen, teils Limonit, teils Schlackensubstanz
Ferritspinelle 138
Ferritungstit 216
Ferriwotanit, Ferrititanbiotit
Ferroalunogen †, Ferrialunogen (Tekticit)
Ferroanthophyllit †, Eisenanthophyllit
Ferro-Antigorit 323
Ferro-Berthierin 323
Ferro-Chrysotil 323

Ferrocolumbit, *V* von Niobit mit Fe : Mn > 3 : 1
Ferrocopiapit = Copiapit
Ferrodolomit, Ankerit
Ferro-Ferri-Lazulith = Barbosalith
Ferroferrimargarit (A. J. Ginzburg 1955), *V* von Margarit
Ferrofranklinit, *V* von Franklinit
Ferro-Friedelit 327
Ferrogedrit (Eisengedrit), Gedrit
Ferrogoslarit 202
Ferrohedenbergit, *V* von Hedenbergit
Ferrohortonolith, Mischungsglied zwischen Hortonolith und Fayalit
Ferrohypersthen, Orthopyroxen $En_{40}Of_{60}$ (Of = Orthoferrosilit)
Ferroilmenit †, Niobit
Ferro-Johannsenit 291
Ferrokarpholith 300
Ferrokobaltit ~ Glaukodot
Ferroludwigit, Paigeit
Ferromagnesit 173
Ferronatrit †, Ferrinatrit
Ferroniobit, *V* von Niobit mit Fe : Mn > 3 : 1
Ferropallidit †, Schmöllnitzit
Ferroperiklas (Tilley 1951), Fe-haltige Varietät von Periklas
Ferropicotit †, ein Eisenspinell
Ferropigeonit, *V* von Pigeonit
Ferroprehnit, ein Prehnit mit 4% Fe_2O_3 für Al_2O_3
Ferropyroaurit = „Eisenbrucit" von Siebenlehn/Sa., nach Meixner 1937 $MgCO_3 \cdot 2\,Fe(OH)_2 \cdot 5\,Mg(OH)_2 \cdot 4\,H_2O$
Ferrorhodochrosit 173
Ferrosalit 291
Ferroschallerit, *V* von Friedelit (Frondel & Bauer 1953)
Ferroselit 115
Ferrosilit, Klinoferrosilit
Ferrosmithsonit 173
Ferrospinell, Hercynit
Ferrostibian 148
Ferrostilpnomelan, *V* von Stilpnomelan
Ferrotantalit, *V* von Tantalit mit Fe : Mn > 3 : 1
Ferrotellurit 214
Ferrothorit, richtiger Ferrithorit, ein Thorit mit 13% Fe_2O_3
Ferrotin 144
Ferrotitanit †, „Schorlomit"
Ferrowolframit †, Ferberit
Ferrowollastonit (Agrell 1950), Eisenwollastonit (Tilley 1937), *V* von Wollastonit mit 9,29% FeO
Ferrozinkit †, Franklinit
Ferrozinkrhodochrosit 173
Ferruccit 124
Fersmanit 272
Fersmit 156
Ferutit 144
Fervanit 237
Festungsachat, *V* mit Rundungen und Knicken der Bänderung
Feuerblende 112
Feueropal 150
Feuerstein 150
Fibroferrit 209
Fibrolith †, filziger Sillimanit
Fichtelit 348
Ficinit, a) † Hypersthen von Bodenmais, b) unter dem Einfluß von $FeSO_4$-Lösung zersetzter Vivianit
Fiedlerit 131
Fieldit †, Tetraedrit
Fillowit 223
Finbotantalit †, Ixiolith
Finnemanit 167
Fiorit, *V* von Opalsinter
Fireclay, Sedimentgestein, 321
Fischerit †, Wavellit (Wherry 1917, E. Fischer, Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1955. 522)
Fizelyit 107
Flagstaffit 348
Flajolotit = Tripuhyit (Mason & Vitaliano 1953)
Flinkit 231
Flint 150
Flokit †, Ptilolith
Florencit 234
Floridin †, Walkerde von Florida
Floridit †, harter Phosphorit von Florida
Fluellit 123
Fluobaryt †, Gemenge von Baryt und Fluorit
Fluoborit 184
Fluocerin †, Bastnäsit
Fluocerit (Haidinger) †, Tysonit

Fluochlor †, Pyrochlor
Fluokollophan ~ Kollophan
Fluoradelit †, Tilasit
Fluorapatit, Apatit
Fluorchondrodit, synthet., OH-frei
Fluordiopsid, Mansjöit (F-haltiger Diopsid)
Fluor-Edenit 295
Fluorit 42, **122**
Fluor-Norbergit, synthet., OH-frei
Fluor-Richterit 294
Fluor-Tremolit 294
Fluosiderit ?, rhombisch, Silikat von Ca, Mg, Al, wenig Fe und Mn (a : b : c = 0,3479 : 1 : 0,3202)
Flußspat 42, **122**
Flutherit †, Liebigit
Folgerit †, Pentlandit
Footeit †, Connellit
Forbesit 240
Forcherit †, Gemenge von Opal mit „kolloidalem" As_2O_3
Forchhammerit ?, angeblich $FeSiO_3 \cdot 6\,H_2O$
Foresit †, Stilbit
Formanit (Berman & Frondel 1944) **157**
Fornacit ?, basisches PbCu-Chromoarsenat, monoklin (?)
Forsterit 61, **261**
Foshagit, zersetzter Hillebrandit
Foshallasit 280
Foucherit 250
Fouqueit †, Klinozoisit
Fourmarierit 166
Fournetit †, Gemenge von Bleiglanz mit anderen Erzen
Fowlerit 297
Fraipontit 269
Framesit, *V* von schwarzem Bort
Franckeit 102
Francolith 235
Franklandit †, verunreinigter Ulexit
Franklinit 138
Franquenit †, Slavikit
Freboldit 98
Fredericit †, Tennantit
Freibergit 96
Freieslebenit 107
Freirinit, Lavendulan (C. Guillemin 1956)
Fremontit 226
Frenzelit †, Guanajuatit
Freyalith, Zersetzungsprodukt von Thorit
Friedelit 326
Frigidit †, Ni-haltiges Fahlerz von der Grube Frigido
Fringelit (Blumer 1951), fossiler Farbstoff in sedimentärem Calcit
Frieseït 98
Friseit = Frieseït
Fritzscheit 253
Frohbergit 115
Frondelit 229
Frugardit †, Vesuvian
Fuchsit, Chrommuskovit
Fuggerit †, Gehlenit
Fulgurit, durch Blitz gefritteter Quarzsand
Fullererde, Palygorskit
Fullonit †, Nadeleisenerz
Fülöppit 109
Funkit, *V* von Kokkolith
Fuscit †, Skapolith
Fusit (Faserkohle), mikroskopischer Bestandteil des Anthracits

G

Gabbronit †, teils Eläolith, teils Skapolith
Gäbhardit †, Fuchsit
Gadolinit 271
Gagat, Jet, *V* von Braunkohle, kompakt, glänzend
Gageit †, Leukophoenicit
Gahnit 137
Gajit ?, wohl dichter „Hydrodolomit"
Galafatit †, „Calafatit" (Alunit)
Galaktit †, Natrolith
Galapectit †, teils Halloysit, teils Montmorillonit
Galaxit 137
Galeit 198
Galenit 39, **100**
Galenobismutit 111
Galenoceratit †, Phosgenit
Gallitzinit †, Rutil
Gallium-Albit, Gallium-Anorthit, Gallium-Orthoklas } künstl. Feldspate mit Ga an Stelle von Al (J. R. Goldsmith 1950)
Gallizinit †, Goslarit, auch Ilmenit
Galmei, teils Zinkspat, teils Hemimorphit (= Kieselgalmei)

Gamagarit (De Villiers 1943) **244**
Gamsigradit *V*, Mn-haltige Hornblende
„Gangquarz" 149
Ganomalith 280
Ganomatit 246
Ganophyllit 319
Gänsekötigerz 246
Gapit †, Morenosit
Garbyit †, Enargit
Garividit †, Vredenburgit (Mason 1943)
Garnierit 323
Garnsdorffit †, Pissophan
Garrelsit 275
Gastaldit, *V* von Glaukophan
Gastunit ?, (Haberlandt & Schiener 1951), radialfaserige Aggregate eines CaPb-Uranyl-Silikates
Gaulith †, Tekticit
Gauslinit †, Burkeit
Gavit, *V* von Talk
Gaylussit 179
Gearksit 126
Gearksutit 125
Gedanit 348
Gedrit 296
Gedroizit?, „kolloidales Bodenmineral" $(Na, K)_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$, n = 1,483
Gehlenit 278
Geikielith 44, 143
Gekrösestein, gefältelter, dichter Anhydrit
Gelbantimonerz †, Cervantit
Gelbbleierz 216
Gelbeisenerz †, teils Copiapit, teils Jarosit, teils ockriger Limonit
Gelberz †, Müllerin †, Krennerit
Gelbkupfererz †, Kupferkies
Gelbnickelkies †, Millerit
Gel-Calcit 173
„Geldiadochit" 246
Gel-Dolomit 174
Gel-Magnesit 173
Gelosit, mikroskop. Bestandteil von Bituminit
Gelpyrit, Melnikowit-Pyrit
Geltenorit (Ramdohr 1950), gelförmiger Tenorit
Genevit †, Vesuvian
Genthelvin 339
Genthit, wohl Nickel-Antigorit
Geocerain 348
Geocerit, Geocerain
Geokronit 109
Geolyt, Sammelbezeichnung für „Bodenzeolithe" oder (nach Stremme 1914) besser für „Allophantone"
Geomyricit 348
Georgiadesit 236
Geraesit †, unreiner Gorceixit
Gerhardtit 171
Germanit 95
Germanium-Albit, Germanium-Anorthit, Germanium-Orthoklas } künstl. Feldspate mit Ge an Stelle von Si (J. R. Goldsmith 1950)
Germarit †, Diallag
Gersbyit ?, ein Phosphat ähnlich dem Lazulith
Gersdorffit 41, 114
Gerstleyit 117
Geyerit †, Löllingit von Geyer, mit etwas S
Geyserit, Opalsinter als Absatz der Geysire
Ghassoulit 313
Giannettit (D. Guimarães), ein wohl triklines Silikat von Ca, Na, Mn, Zr, Ti, Fe; nach M. Fleischer (1949) vielleicht verwandt mit Guarinit
Gibbsit, teils Hydrargillit, teils Richmondit, teils Hibschit
Gieseckit *P*, zu dichter Muskovitsubstanz veränderter Nephelin
Gigantolith *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit
Giliabit (W. P. Iwanowa 1940), ein Tonmineral der Montmorillonit-Gruppe
Gilbertit †, teils Nakrit und Kaolinit, teils Muskovit, oft pseudomorph nach Topas
Gillespit 302
Gillingit †, Hisingerit
Gilpinit †, Johannit
Gilsonit †, Uintait
Ginilsit ?, derb, ungefähr $(Ca, Mg)_8 (Fe, Al)_4 [SiO_4]_7 \cdot 2H_2O$
Ginorit 187
Ginzburgit, Gruppenname für eisenhaltige kaolinitähnliche Mineralien
Giobertit, *V* von Magnesit (Gel-Magnesit ?)
Giorgiosit 180
Gips 53, 208

Girnarit, *V* von Hastingsit
Gismondin 341
Giufit †, Milarit
Gjellebäkit †, Wollastonit
Gladit 107
Glagerit ?, ~ Halloysit
Glanzspat †, Sillimanit
Glasbachit †, „Zorgit" oder „Kerstenit"
Glaserit 194
Glaserz †, Argentit
Glaskopf, brauner 164
Glaskopf, roter 144
Glaskopf, schwarzer 152
Glasopal †, Hyalit
Glasurerz †, reiner, besonders silberarmer Bleiglanz
Glasurit ?, H_2O-haltiges FeAlMg-Silikat
Glaubapatit †, Gemenge von Monetit und Apatit (Frondel 1943)
Glauberit 195
Glaubersalz 207
Glaukochroit 262
Glaukodot 116
Glaukokerinit 210
Glaukolith (Weibye) †, Sodalith; (Fischer), Skapolith, blau bis grün, vom Baikalsee
Glaukonit 304
Glaukopargasit, blauer Amphibol, zwischen Glaukophan und Pargasit
Glaukophan 294
Glaukopyrit †, Löllingit
Glaukosiderit †, Vivianit
Glendonit *P*, Kalkspat pseudomorph nach Glauberit
Glessit 348
Glimmergruppe 303
Glinit †, Gemenge mehrerer Tonmineralien (I. D. Sedlezkij 1954).
Glinkit †, Fe-reicher Olivin
Globosit ?, wahrscheinlich Strengit
Glockerit †, Siderogel mit adsorbierter H_2SO_4 (?)
Glossekollit, *V* von Halloysit
Glottalith ?, ~ Chabasit
Glucinit †, Herderit
Gmelinit 344
Goethit 163
Gokait, ein Klinohypersthen mit kleinem opt. Achsenwinkel, von Goka in Japan
Gökumit †, Vesuvian von Gökum
Gold 33, 77
Goldamalgam 78
Goldargentid, *V* von Elektrum, ~ Au_4Ag, $a_0 = 4{,}06$
Goldcuprid, Auricuprid
Goldfieldit, ein Te-Tetraedrit (Thompson 1946)
Goldichit 205
Goldschmidtin *F*, Stephanit
Goldschmidtit ?, wohl *V* von Sylvanit
Goldtellur †, Sylvanit
„Goldtopas", *HN* für Citrin, gewonnen durch Erhitzen von Amethyst
Gongylit †, Gemenge (hauptsächlich Muskovit), ~ Pinit
Gonnardit 340
Gonyerit 317
Goongarrit, Gemenge Cosalit + Galenit (R. M. Thompson 1949)
Gorceixit 234
Gordait †, Ferrinatrit
Gordonit 245
Görgeyit 207
Gorlandit †, Mimetesit
Göschwitzit, Illit
Goshenit †, Beryll
Goslarit 202
Gosseletit ~ Viridin
Gotthardit †, Dufrenoysit
Götzenit, ~ $(Ca, Na, Al)_7(Si, Ti)_5O_{15}F_{3,5}$, triklin, $a_0 = 10{,}93$, $b_0 = 7{,}32$, $c_0 = 5{,}74$, $\alpha = 90°$, $\beta = 100°$, $\gamma = 120°$ (T.G. Sahama & K. Hytönen, Min. Soc. London, Notice Nr. 98. 1957)
Gouréit, opt. einachsiges, im übrigen undefiniertes Mineral von Gouré
Gouverneurit, brauner Mg-Turmalin
Goyazit 234
Graebeit 348
Graftonit 222
Grahamit ?, „Asphaltmineral"
Gramenit ?, ~ Nontronit
Grammatit-Strahlstein 293
Grammit †, Wollastonit
Granat 63, 265
Granatit †, Staurolith
Grandidierit 275
Grandit 265
Grängesit 316
Granulin †, pulveriger Opal, auf Vesuvlava

Gränzerit †, Sanidin von Eulenberg
Graphit 34, **82**
Graphitoid †, dichter, äußerst feinkörniger Graphit
Grastit †, Prochlorit
Gratonit 109
Graubraunstein †, kryptokristalliner Pyrolusit
Graulit †, Tektiçit
Graumanganerz †, teils Pyrolusit, teils Manganit
Grauspießglanz, Antimonit
Greenalith 322
Greenlandit †, Niobit
Greenockit 38, **96**
Greenovit 273
Gregorit (1818) †, Ilmenit
Gregorit (1869) (Agnesit) ~ Steatit
Greinerit †, manganhaltiger Dolomit vom Greiner i. Tirol
Grenatit †, teils Staurolith, teils Leucit
Grengesit ?, radialfaseriges Umwandlungsprodukt von Pyroxen, ~ Delessit
Griffithit 313
Griphit 223
Griquait †, Verwachsung von Augit und Granat im Blueground
Griqualandit *P*, Gemenge von Quarz und Fe-Hydroxyden pseudomorph nach Krokydolith, ~ Tigerauge
Grochauit, Sheridanit, 316
Groddeckit †, Gmelinit
Grodnolith †, durch Kaolin verunreinigter Kollophan
Groppit *P*, zersetzter Cordierit (~ Pinit)
Groroilith †, Wad
Grossular 64, **265**
Grothin 280
Grothit 273
Groutit (Gruner 1945) **163**
Grovesit 323
Grünauit †, Gemenge von Polydymit mit Wismutglanz
Grünbleierz, Pyromorphit
Grundit, Illit
Grüneisenerde (Grüneisenstein, Grüneisenerz) †, teils Rockbridgeit, teils Dufrenit
Grünerde †, teils Seladonit, teils Glaukonit
Grunerit 293
Grünerit, Grunerit (Kenngott 1853)
Grünlingit 90
Grünmanganerz †, Allagit
Guadalcazarit 95
Guadarramit †, Ilmenit, radioaktiv infolge Monazit-Beimengung (Switzer 1952)
Guanabaquit *P*, Chalcedon pseudomorph nach Flußspat
Guanajuatit 104
Guanapit †, teils Gemenge von Sulfaten in Guano, teils Oxammit
Guanit †, Struvit
Guanovulit ?, wasserhaltiges KNH_4-Sulfat, in Eiern im Guano
Guanoxalit ?, wohl Gemenge von K-Sulfat und NH_4-Oxalat pseudomorph nach Vogeleiern
Guarinit 273
Guayacanit †, Enargit
Guayaquilit 348
Gudmundit 116
Guejarit †, Wolfsbergit
Guildit 211
Guitermanit †, unreiner Jordanit
Gümbelit 308
Gumbrin, Walkerde von Gumbri Transkaukasien
Gummierz †, unreiner Gummit
Gummit 167
Gumucionit †, durch Realgar gefärbte Schalenblende
Gunnarit ?, ~ Pentlandit
Gunnbjarnit 328
Gunnisonit †, Gemenge von Flußspat mit einem Silikat
Gurhofian (Gurhofit) †, kryptokristalliner Gel-Dolomit (P. Wieden, Tscherm. Min.-Petr. Mitt. **5**. 1954. 99)
Gurolith †, Gyrolith
Guyaquilit, Guayaquilit
Gymnit † (Deweylit), Serpentin
Gyrolith 328

H

Haarkies †, teils Millerit, teils *V* von Markasit
Haarsalz †, teils Keramohalit, teils Halotrichit, teils Bittersalz
Hackmanit, Sodalith mit etwas S
Haddamit †, Mikrolith

Hafnefjordit †, Labradorit
Hagatalith, Zirkon mit seltenen Erden
Hagemannit †, Gemenge von Ralstonit und Thomsenolith (Frondel 1948)
Hagendorfit 222
Haidingerit 243
Hainit 296
Halit 40, **119**
Halitkainit (Thanit), Gemenge von Kainit und Steinsalz
Hallerit, Li-haltiger Paragonit
Hallit †, Aluminit, teils Delessit
Hallit, ein Vermiculit, **313**
Halloysit 324
Halochalcit †, Atakamit
Halotrichit 203
Haemafibrit 248
Haematit 44, **143**
Haematogelit, kolloidales „Fe_2O_3" im Bauxit
Haematokonit †, blutroter Kalkspat
Haematolith 56, **231**
Haematophanit 130
Haematostibiit 148
Hamartit †, Bastnäsit
Hambergit 185
Hamelit ?, H_2O-haltiges AlFeMg-Silikat
Hamlinit = Goyazit **234**
Hammarit 106
Hampdenit †, Antigorit
Hampshirit *P*, Pseudomorphose von Serpentin nach Olivin
Hancockit 282
Hanksit 199
Hannayit 243
Hanléit 64, **265**
Hanušit (Kaspar 1942), $Mg_2H_2Si_3O_9 \cdot H_2O$, Pseudomorphosen nach Apophyllit, von Liebstadtl im Riesengebirge, ~ Stevensit
Haplotypit †, Ilmenit
Harbolit (Tasman 1946), ein harter glänzender Asphalt von Harbol, Türkei
Harbortit, Gemenge von Millisit und Crandallit (L. Capdecomme, priv. Mitt. 1954)
Hardystonit 278
Haringtonit (Wilson 1945), ungenügend charakterisiertes Hg-Sulfid
Harkerit 271
Harmophan †, Korund
Harmotom 344
Harringtonit †, „Farölith" (Thomsonit)
Harrisit *P*, Kupferglanz pseudomorph nach Bleiglanz
Harstigit 279
Hartin (Schrötter 1843), Xyloretin 348
Hartit (Haidinger 1841) **347**
Hartkobalterz †, Skutterudit
Hartmanganerz 152
Hartmannit †, Breithauptit
Hartsalz (Sylvinit), Gemenge von Sylvin und Steinsalz
Harttit (Hussak 1906) **198**
Hasingtonit (Wilson 1945) ~ Guadalcazarit
Hastingsit 295
Hastit 115
Hatchettin 348
Hatchettolith †, Uran-Pyrochlor
Hatchit ?, wahrscheinlich Bleisulfoarsenit, vom Binnental, triklin ($a : b : c = 0{,}9787 : 1 : 1{,}1575$, $\alpha = 116°53\frac{1}{2}'$, $\beta = 85° 12'$, $\gamma = 113° 44\frac{1}{2}'$)
Hauchecornit 87
Hauerit 41, **113**
Haughtonit †, Lepidomelan
Hausmannit 139
Hautefeuillit, Bobierrit, Ca-haltig
Hauyn 338
Hawaiit †, Chrysolith
Hawleyit 37, **94**
Haydenit *V*, Ba-haltiger Chabasit
Hayesin †, Ulexit
Haytorit *P*, Chalcedon pseudomorph nach Datolith
Headdenit †, Arrojadit
Heazlewoodit 93
Hebetin †, Willemit
Hebronit †, Amblygonit von Hebron
Hecatolith †, Mondstein
Hectorit (Cox 1882), zersetzter Pyroxen von Australien
Hectorit (Strese & Hofmann 1941) **312**
Hedenbergit 290
Hedleyit 90
Hedyphan 236
Heidornit 189
Heintzit †, Kaliborit
Heikolith (Y. Kinosaki 1935), ein Amphibol mit 70 Mol.-% Riebeckit und 30% Glaukophan, optisch abweichend

Heldburgit *F*, Zirkon
Heliodor 287
Heliolith, Sonnenstein
Heliophyllit 132
Heliotrop 150
Hellandit 273
Helminth †, Rhipidolith
Helvetan †, angewitterter Biotit
Helvin 339
Hemichalcit †, Emplektit
Hemimorphit 280
Hengleinit †, Bravoit
Henkelit †, Argentit
Henryit †, Gemenge von Altait und Pyrit
Henwoodit 237
Hepatinerz † (Kupferpecherz), Gemenge von Cuprit, Limonit und kolloidalem SiO_2
Hepatit †, ein bituminöser Baryt
Hepatopyrit, knolliger Markasit
Heptaphyllit, Gruppenname für Glimmer vom Formeltypus Paragonit, Muskovit (vgl. Oktophyllit)
Hercynit 137
Herderit 56, **226**
Hermannit †, Rhodonit
Hermannolith *F*, Niobit
Hermesit, Hg-Fahlerz
Herrengrundit †, Devillin (Meixner 1940)
Herrerit †, Cu-haltiger Zinkspat
Herschelit 344
Herzenbergit 102
Hessenbergit †, Bertrandit
Hessit 88
Hessonit 265
Hetairit, Hetaerolith
Hetaerolith 139
Heteposit †, Heterosit
Heterobrochantit †, Antlerit
Heterogenit 163
Heteroklas †, Braunit
Heteroklin †, Rhodonit
Heteromerit †, ein ölgrüner Vesuvian
Heteromorphit 110
Heterophyllit 306
Heterosit 221
Heterotyp †, Amphibol
Heubachit 162
Heulandit 342
Hewettit 256
Hexabolit 295
„Hexacelsian", hexagon. $BaAl_2Si_2O_8$, Kunstprodukt
Hexagonit †, ein lilafarbiger Grammatit
Hexahydrit 200
Hibbenit 240
Hibbertit ?, wohl Gemenge von CaMg-Carbonaten
Hibonit 140
Hibschit 265
Hidalgoit 197
Hiddenit 291
Hieratit 43, **124**
Higginsit 232
Hilgardit 189
Hilgenstockit, Schlackenprodukt, $Ca_4[O \mid (PO_4)_2]$, monoklin, a : b : c = 0,5773 : 1 : 1,255, $\beta \sim 90°$
Hillängsit †, Dannemorit
Hillebrandit 272
Himbeerspat †, Manganspat
Hinsdalit 197
Hintzeit (Heintzit) †, Kaliborit
Hircin 348
Hirzit, Hircin
Hisingerit 325
Hislopit †, Kalkspat, durch Glaukonit gefärbt
Histrixit, Gemenge von Sulfiden (Ramdohr, N. Jb. Min. Mh. 1950, 139)
Hitchcockit †, Plumbogummit
Hjelmit 158
Hjortdahlit, Guarinit
Hochcristobalit 47, **148**
Hoch-Schapbachit 101
Hochquarz 46, **148**
Hochschildit (Herzenberg 1942), etwa $PbSnO_3 \cdot 5$—$6\,H_2O$, gelb, erdig, optisch isotrop, n wenig über 1,55, D = 4,45 bis 4,59, H = 3 oder wenig höher, Pseudomorphosen nach Teallit aus der Oxydationszone der Ichucolla-Mine, Callipampa, Bolivien, vielleicht mit Bindheimit verwandt
Hochtridymit 46, **148**
Hodgkinsonit 269
Hoepfnerit †, Grammatit
Hoevelit †, Sylvin
Höferit †, Nontronit
Hoffmannit †, Löllingit oder Arsenopyrit
Hofmannit †, Hartit

Högauit (Hegauit) †, Natrolith
Högbomit 144
Högtveitit †, Alvit
Hohlspat †, Chiastolith
Hohmannit 209
Hokutolith † (Anglesobaryt), Pb-haltiger Baryt
Holdenit 231
Hollandit 153
Holmesit †, Clintonit
Holmit †, teils Holmesit, teils kieseliges Ca-Carbonat
Holmquistit 295
Holzachat, Achat pseudomorph nach Holz
Holzkupfererz *V*, derber Olivenit mit fasrig-splittrigem Bruch
Holzopal, Opal pseudomorph nach Holz
Holzzinn, holzähnlich aussehender Zinnstein, radialfaserig
Homichlin †, Kupferkies
Homilit 270
Honigstein 347
Hopeit 239
Horbachit †, teilweise verwitterter Pentlandit
Hörnbergit †, Name für ein Mineral, das nie beschrieben wurde; irrtümlich gelegentlich als U-Arsenat bezeichnet
Hornblende, gemeine, 295
Hornerz †, Chlorargyrit
Hörnesit 240
Hornmangan †, Rhodonit
Hornquecksilber 121
Hornsilber, Chlorargyrit
Hornstein 150
Horsfordit 87
Hortonit *P*, Steatit pseudomorph nach Pyroxen
Hortonolith 261
Houghit *P*, Hydrotalkit pseudomorph nach Spinell
Hövellit †, Sylvin
Hovit ?, angeblich $Ca[HCO_3]_2$, adsorptiv in Allophan
Howdenit †, Chiastolith
Howlith 275
Hsihutsunit 297
Huantajayit 120
Huascolith †, Gemenge von Bleiglanz mit anderen Erzen
Hübnerit 215
Hudsonit 295
Huelvit †, Gemenge von Mn-Mineralien
Hügelit 232
Hühnerkobelit 222
Hullit ?, (Hardman 1878), Leptochlorit, wahrscheinlich inhomogen
Hullit (Serdyuschenko 1947), eisenreicher Beidellit
Hulsit 184
Humboldtilith †, Melilith der Sommaauswürflinge
Humboldtin 346
Humboldtit †, teils Humboldtin, teils Datolith
Huminit, kohleähnlicher Kohlenwasserstoff
Humit 63, 269
Hummerit 257
Hunterit †, Kaolin
Huntilith 87
Huntit 174
Huréaulith 237
Hurlbutit 55, 221
Huronit †, saussuritisierter, sehr basischer Plagioklas
Hussakit †, Zirkon (der angebliche SO_4-Gehalt soll auf unsauberes Arbeiten zurückzuführen sein)
Hutchinsonit 107
Hüttenbergit †, Löllingit
Huttonit 55, 267
Huyssenit, Fe-haltiger Staßfurtit
Hversalt †, unreiner Halotrichit
Hyacinth 266
Hyalit 150
Hyaloallophan, Allophan gemengt mit Hyalit
Hyalomelan, ein Gesteinsglas
Hyalophan 335
Hyalosiderit, Olivin mit 30—50 Mol.-% Fe_2SiO_4
Hyalotekit 285
Hyblit, Thorogummit (Frondel, Am. Min. 38. 1953. 1007)
Hydrargillit 49, 162
Hydroallanit, ~ Orthit
Hydroamphibol, Gemenge von Amphibol und Chlorit
Hydroapatit ~ Phosphorit

Hydrobasaluminit 210
Hydrobiotit 308
Hydrobismutit ~ Bismutit (Frondel 1943)
Hydroboracit 188
Hydroborocalcit †, Ulexit
Hydrobraunit, *V* von Psilomelan bzw. Wad
Hydrobucholzit ?, soll geringere Dichte als Bucholzit (Sillimanit) besitzen (Material prähistorischer Steinbeile)
Hydrocalcit (Kosman), angeblich $CaCO_3 \cdot 2\,H_2O$
Hydrocalcit (Dana), Hydroconit
Hydrocalumit 165
Hydro-Cassiterit 151
Hydrocerit †, teils Lanthanit, teils Bastnäsit
Hydrocerussit 177
Hydrocervantit (L. B. Shlain 1950, O. M. Schubnikowa 1952), Stibiconit
Hydrochlor †, Pyrochlor
Hydroconit ?, angeblich $CaCO_3 \cdot 5H_2O$
Hydrocookeit (A. J. Ginzburg 1953), hydratisierter Cookeit
Hydrocuprit 135
Hydrocyanit 193
Hydrodolomit †, Gemenge von Hydromagnesit und Kalkspat
Hydroferrit †, Limonit
Hydrofluocerit †, wasserhaltiges Zersetzungsprodukt von Fluocerit
Hydroforsterit, asbestähnlich
Hydrofranklinit †, Chalkophanit
Hydrogadolinit, *V* von Gadolinit
Hydrogen-Uranospinit 253
Hydrogiobertit †, Gemenge, hauptsächlich Hydromagnesit
Hydroglimmer 307
Hydroglockerit ~ Glockerit
Hydrogoethit †, Limonit
Hydrogrossular (Hutton 1943) = Hibschit (Fleischer 1944)
Hydrohalit 123
Hydrohaematit, wohl feindisperser Haematit mit adsorbiertem H_2O, vielleicht mit Limonit gemengt
Hydro-Hausmannit 139
Hydroherderit, fast fluorfreier Herderit
Hydro-Hetaerolith 139
Hydroilmenit †, zersetzter Ilmenit
Hydrokaolin, Halloysit
Hydrokastorit †, Zeolith-Gemenge, pulverig, ~ Heulandit und Stilbit
Hydroklinohumit †, Titanhydroklinohumit (F-freier Titanklinohumit)
Hydrolanthanit †, Lanthanit
Hydrolepidokrokit, Lepidokrokit mit adsorbiertem Wasser
Hydrolith †, teils Gmelinit, teils Kieselsinter und Enhydros
Hydroloparit, Metaloparit
Hydromagnesit 179
Hydromagnocalcit (Hydrodolomit) †, Gemenge von Hydromagnesit und Kalkspat
Hydromelanothallit 128
Hydro-Metavauxit (M. C. Bandy 1946), undefiniertes Umwandlungsprodukt von Metavauxit
Hydromuskovit 308
Hydronasturan (R. V. Getsewa 1956), $UO_2 \cdot kUO_3 \cdot n\,H_2O$, teilweise oxydierte Pechblende
Hydronephelit, Natrolith, durch Zersetzung aus Eläolith entstanden
Hydronickelmagnesit (grünlicher Hydrodolomit) †, Gemenge von Hydromagnesit und Kalkspat
Hydroparagonit 307
Hydroparavauxit (M. C. Bandy 1946), undefiniertes Umwandlungsprodukt von Paravauxit
Hydrophan 150
Hydrophilit 121
Hydrophit †, unreiner Serpentin
Hydrophlogopit 308
Hydropit †, unreiner Rhodonit
Hydroplumbit ?, angeblich $3\,PbO \cdot H_2O$
Hydropyrit †, Markasit
Hydrorhodonit †, verwitterter Rhodonit
Hydroromeit = Stibiconit (Mason & Vitaliano 1953)
Hydrosamarskit †, Samarskit
Hydrosiderit †, Limonit
Hydrosilicit ?, teils H_2O-haltiges CaMg-Silikat, teils Kerolith (derbes MgAl-Silikatgel)
Hydrosteatit †, Steatit
Hydrotalc †, Pennin
Hydrotalkit 180

Hydrotenorit *F*, aus Gel entstandener Tenorit, mit adsorptiv gebundenem H_2O
Hydrotephroit †, angewitterter Tephroit
Hydrothomsonit †, Thomsonit
Hydrothorit, $ThSiO_4 \cdot 4H_2O$, erdiges Zersetzungsprodukt eines radioaktiv veränderten Thorites, optisch isotrop; = Thorogummit (Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007)
Hydrotitanit †, Zersetzungsprodukt von Perowskit
Hydrotroilit 99
Hydrotungstit (Kerr & Young 1944) **161**
Hydrowollastonit †, Gruppenname für Crestmorit und Riversideit
Hydroxyl-Apatit 235
Hydroxyl-Herderit 226
Hydrozinkit 176
Hydroxydsodalith (Borchert & Keidel 1947), Kunstprodukt
Hygrophilit *P*, Sericit pseudomorph nach Feldspat
Hypargyrit †, Miargyrit
Hypersthen 292
Hypochlorit †, Gemenge von Quarz mit „Bismutoferrit"
Hypodesmin †, Stilbit
Hyposiderit †, Limonit
Hyposklerit †, Albit
Hypostatit †, Fe-reicher Ilmenit
Hypostilbit, teils Stilbit, teils Laumontit
Hypotyphit †, Arsenolamprit
Hypoxanthit („Terra di Siena"), eine Art Bol
Hystatit (Hypostatit), Fe-reicher Ilmenit

I

Ianthinit 165
Iberit †, teils zersetzter Cordierit, teils fraglicher Zeolith
Ichthyophthalm †, Apophyllit
Iddingsit, Fe-reicher Serpentin
Idokras †, Vesuvian
Idrialin 348
Idrialith, Gemenge von Idrialin mit Zinnober, Ton usw.
Idrizit †, Botryogen
Igalikit 330
Igelströmit †, teils Pyroaurit von Schottland, teils Fe-reicher Knebelit
Iglesiasit †, Gemenge von Cerussit und Zinkspat
Iglit (Igloit) †, blaugrüner Aragonit
Igmerald, synthet. Smaragd
Ignatiewit †, Alunit, verunreinigt
Ihleit †, Copiapit
Ildefonsit †, Tantalit
Ilesit 200
Illidromica 309
Illit 308
Illuderit †, smaragdgrüner Zoisit
Ilmenit 44, **143**
Ilmenokorund = Taosit = Högbomit
Ilmenomagnetit, Magnetit mit entmischtem Ilmenit
Ilmenorutil 152
Ilsemannit 161
Ilvait 281
Imerinit, eine glaukophanähnliche Hornblende, 294
Impsonit †, ein Asphalt
Inderborit 188
Inderit 188
Indialith 287
Indianait †, Halloysit
Indianit †, unfrischer Anorthit
Indigolith 288
Inesit 301
Inolith †, Kalksinter
Inverarit †, Gemenge von Magnetkies und Pentlandit
Inyoit 188
Iochroit, Turmalin
Iolith †, Cordierit (Ijolith = Gesteinsname!)
Ionit (Allan), Anauxit
Ionit (Purnell) 348
Iosiderit †, Jozit
Iridium 33, **79**
Iridiumplatin 79
Iridosmin, Osmit, 79
Iridosmium, Osmit
Irinit 145
Irit †, Gemenge von Osmiridium, Chromit u. a.
Irvingit, ein Li-Glimmer
Isabellit †, Richterit
Ischelit †, Polyhalit
Iserin, teils Ilmenit, mit häufiger Pseudomorphosierung durch Rutil (vgl. Nigrin), teils Hercynit, teils „Titanomagnetit"

Iserit †, Iserin
Ishikawait 158
Ishkulit (Barsanow 1941) chromhaltiger Magnetit mit $FeFe_2O_4 : FeCr_2O_4 : MgFe_2O_4 = 8{,}7 : 2{,}5 : 1$
Ishkyldit 323
Isiganeit (Harada 1948), eine Varietät von Psilomelan
Isokit 232
Isoklas 249
Isophan ?, vielleicht ähnlich Franklinit
Isopyr †, teils unreiner Opal, teils amorphes oder kryptokristallines CaFeAl-Silikat
Isostannin 95
Istisuit 299
Itakolumit, schiefriger Quarzsandstein, teils biegsam
Ittnerit 338
Ivanovit 189
Ivigtit ?, NaAl-Silikat, vielleicht zu den Glimmern gehörend, aus Kryolith
Iwaarit *V*, Melanit von Iwaara, Finnland
Ixiolith †, Ixionolith
Ixionolith, angeblich Sn-haltiger Tantalit, ist nach Quensel und Åmark (1941) wohl ein Gemenge von Tantalit mit Zinnstein
Ixolith 348

J

Jachymovit, Cuprosklodowskit
Jacksonit †, Prehnit
Jade, Nephrit oder dichter Jadeit
Jadeit 291
Jadeolith, grüner Syenit (als Schmuckstein verwendet, Handelsname)
Jaipurit 39, **98**
Jakobsit 138
Jalpait 93
Jamesonit 110
Janit 285
Janosit †, Copiapit
Janovait, Janit
Japanit *F*, Pennin
Jargon 266
Jarlit 125
Jarosit 197
Jarošit †, Kirovit
Jarrowit, Thinolith *P*, Kalkspat pseudomorph nach unbekannten Mineralien mit spitzen Pyramiden
Jaspis 150
Jaspopal 150
Jaulingit 348
Jefferisit 313
Jeffersonit 291
Jelinit (Kansait), fossiles Harz
Jelletit †, lichtgrüner Andradit
Jenkinsit, wohl Fe-haltiger Serpentin
Jentschit †, Lengenbachit
Jenzschit ?, ~ Chalcedon, von Hüttenberg
Jeremejewit 183
Jeromit ?, wahrscheinlich Auripigment mit Se-Gehalt
Jet, Gagat, *V* von Braunkohle, kompakt, glänzend
Jewreinowit †, Vesuvian
Ježekit 234
Joaquinit 284
Jocketan ?, wasserhaltiges Fe-Carbonat
Jodammonium, synthet. NH_4J, 121
Jodargyrit 38, 42, **119**
Jodblei †, Schwartzembergit
Jodbromchlorsilber †, Jodobromit
Jodobromit 120
Jodquecksilber 121
Jodsilber (Jodyrit), Jodargyrit
Jodyrit, Jodargyrit
Jogynait †, erdiger Skorodit
Johachidolith 184
Johannit 213
Johannsenit 290
Johnit (Fischer 1816) †, Türkis
Johnit (Fersman & Schubnikow), ~ Ionit
Johnsonit †, Masrit
Johnstonit †, teils *V* von Bleiglanz, teils Vanadinit
Johnstonotit, *V* von Andradit
Johnstrupit 274
Jollyit, Al-haltiger Hisingerit
Jordanit 109
Jordisit 116
Joseit 90
Josen †, Hartit
Josephinit 80
Jossait †, Gemenge von Krokoit und Zinkspat
Jozit 136
Juanit, wohl eine faserige Hornblende
Juddit, Mn-haltige Hornblende, 294

Judenpech †, Asphalt
Jujuyit (F. Ahlfeld 1948), ungenügend untersuchtes Fe-Antimonat
Julianit †, ein Arsenfahlerz
Julienit 347
Junckerit, Siderit (?), angeblich rhombisch
Jurinit †, Brookit
Jurupait †, Xonotlit 197 (H. F. W. Taylor, Min. Mag. **30**. 1954. 338)
Jusit 299
Justit †, teils Koenenit, teils (Ca, Mg, Fe, Zn, Mn)$_3$Si$_2$O$_7$ aus Bleischlacken
Juxporit 299

K

Kaersutit 295
Kahlerit 253
Kainit 211
Kainosit 286
Kakochlor †, Gemenge, hauptsächlich Wad
Kakoklasit *P*, Gemenge von Grossular, Kalkspat und Apatit, pseudomorph nach Skapolith, von Wakefield
Kakoxen 246
Kalait, Kallait (Plinius)
Kalamit †, Grammatit
Kalbait †, *V* von Turmalin
Kalgoorlit †, Gemenge von Coloradoit und Petzit
Kalialaun 204
Kaliastrakanit 206
Kaliblödit †, Kaliastrakanit
Kaliborit 186
Kalicinit 171
Kalifeldspate 333
Kalinit 204
Kalioalunit †, Alunit
Kaliophilit 329
Kaliphit †, Gemenge von Limonit mit Silikaten und Mn-Oxyden
Kalisalpeter 171
Kalisaponit, Saponit mit 6,57% K_2O
Kalithomsonit †, Ashcroftin
Kaliumpriderit, Priderit mit vorherrschendem K-Gehalt
Kaliumstruvit 243
Kalkbaryt †, Gemenge von Baryt mit $CaSO_4$
Kalkeisenolivin †, Eisenmonticellit $CaFeSiO_4$, nur aus Schlacken bekannt
Kalkglimmer †, Margarit
Kalkharmotom †, Phillipsit
Kalkkalisulfat †, Syngenit
Kalkmagnesit (Hydrodolomit) †, Gemenge von Hydromagnesit und Kalkspat
Kalkmalachi †, unreiner Malachit
Kalkmesotyp †, Skolezit
Kalknatronfeldspate 332
Kalkolivin †, Calcio-Olivin
Kalkowskyn 157
Kalkrhodochrosit 173
Kalksalpeter 171
Kalkspat 51, **173**
Kalkthomsonit †, Na-freier Thomsonit
Kalk-Uran-Carbonat, Uranothallit
Kalkuranglimmer †, Autunit
Kalk-Uranit †, Autunit
Kalkwavellit †, Crandallit
Kallait 248
Kallilith 114
Kallochrom †, Krokoit
Kalomel 121
Kalsilit 329
Kaluszit †, Syngenit
Kalyptolith †, Zirkon
Kalzit, Calcit
Kamarezit 209
Kamazit 33, **80**
Kamiokalith (Sakurai, Nagashima & Sorita 1952, Ref. Am. Min. **40**. 1955. 367) = Veszelyit
Kämmererit 318
Kammkies, *V* von Markasit
Kampylit 236
Kaneelstein †, Grossular
Kaneit 97
Kännelkohle, dichte glanzlose Schwarzkohle
Kansasit, fossiles Harz
Kaolin 326
Kaolinit 70, **320**
Kapnicit †, Wavellit
Kapnikit †, Rhodonit
Kapnit †, Ferrosmithsonit
Kappenquarz 149
Kaprubin, Pyrop
Karachait 323
Karamsinit ?, CaKMg-Silikat
Kårarfveit †, unreiner Monazit
Karelinit 117

Karfunkel †, roter Granat oder Rubin
Karinthin 295
Karminit 234
Karminspat †, Karminit
Karneol, Carneol
Karpathit 348
Karpholith 300
Karphosiderit 197
Karphostilbit †, Thomsonit
Karpinskiit (Schilin 1956) **338**
Karpinskit (Rukawischnikowa 1956) $(Ni, Mg)_4[(OH)_4 \mid Si_4O_{10}]$, vielleicht ein Nickel-Saponit oder Nickel-Antigorit
Karstenit †, Anhydrit
Karstin †, Ottrelith
Karyinit 222
Karyocerit 276
Karyopilit †, Bementit
Karystiolith †, Chrysotil
Kascholong 150
Kasoit, ein Barium-Feldspat von der Kaso-Mine in Japan
Kasolit 277
Kassiterit, Cassiterit
Kassiterolamprit †, Zinnkies
Kassiterotantalit †, Ixiolith
Kastor, Kastorit †, Petalit
Katangit †, *V* von Chrysokoll (Billiet 1943)
Katapleit 286
Kataspilit *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit
Katharit, Katherit †, Alunogen
Katophorit 295
Katoptrit 270
Katzenauge, Stein mit wogendem Lichtschein, teils Quarz, teils Chrysoberyll
Katzengold, angewitterter Biotit
Kauaiit †, Gemenge, wohl wesentlich Alunit
Kausimkies †, angeblich As-haltiger Markasit
Kayserit †, Diaspor mit etwas abweichenden optischen Eigenschaften (Goni 1953)
Keatingin, Keatingit †, Fowlerit
Keeleyit †, Zinckenit
Keffekilit ?, Kaolinit oder Halloysit
Kehoeit ?, amorphes ZnAl-Phosphat
Kehrsalpeter †, Kalisalpeter als Bodenausblühung
Keilhauit 273
Kempit 128
Kenngottit †, Pb-haltiger Miargyrit
Kentrolith 275
Kentsmithit †, V-haltiger Sandstein
Keramohalit, teils Alunogen, teils Bushmanit
Kerargyrit, Chlorargyrit
Kerasin †, teils Mendipit, teils Phosgenit
Kerat †, Chlorargyrit
Keratit †, Hornstein
Kermesit 104
Kernit 186
Kerolith, teils ähnlich Chrysotil (α-), teils ähnlich Attapulgit (β-) (Ginzburg & Rukawischnikowa 1950)
Kerrit 309
Kersinit †, Gemenge, toniges Nickelerz
Kerstenit 195
Kerstenit (Haidinger) †, Gemenge von Ni-haltigem Skutterudit und Wismut
Kertschenit ?, Verwitterungsprodukt von Vivianit
Kettnerit 178
Keweenawit †, Gemenge von Kupfer-, Nickel- und Kobaltarseniden
Khakasskyit (Khakassit) †, Alumohydrocalcit
Khibinit (Chibinit) ?, ~ Lovtschorrit
Kibdelophan, *V* von Ilmenit
Kieselalumin †, Gemenge von Allophan mit Aluminit
Kieselcerit †, Cerit
Kieselgalmei, Hemimorphit
Kieselgur 150
Kieselkupfer †, Chrysokoll
Kieselmagnesit †, dichtes Gemenge von Magnesit und Quarz
Kieselmalachit †, Chrysokoll
Kieselmangan †, Rhodonit
Kieselsinter (Geyserit), Opalabsatz der Geysire
Kieselwismut †, Eulytin
Kieselzinkerz 280
Kieserit 199
Kietyöit †, Apatit von Kietyö
Kievit, fast farblose Hornblende
Kilbrickenit †, Geokronit
Killinit *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Spodumen

Kilmacooit †, Gemenge von Bleiglanz und Zinkblende
Kimberlit, serpentinisierter Glimmerperidotit (Gestein!)
Kingit 247
Kinradit †, Jaspis
Kipushit †, Veszelyit
Kirovit 201
Kirrolith 233
Kirwanit †, zersetzter Amphibol
Kiscellit 348
Kischtymit 177
Kjerulfin †, Wagnerit, teilweise in Apatit umgewandelt
Kladnoit 348
Klaprothit †, Gemenge von Wittichenit und Emplektit (Nuffield 1947)
Klaprotholith (Klaprothin) †, Wittichenit und Emplektit
Klebelsbergit ?, ein basisches Antimonsulfat (?), monoklin mit $\beta = 91° 58'$
Kleinit 129
Klementit, *V* von Thuringit, 317
Kliachit 164
Klinoamphibole 292
Klinoantigorit 322
Klinobarrandit 238
Klinochlor 316
Klinochrysotil 322
Klinoedrit 280
Klinoenstatit 290
Klinoferrosilit 290
Klinohumit 63, **269**
Klinohypersthen 290
Klinoklas 231
Klinokrokit ?, monoklines wasserhaltiges Sulfat von Al, $Fe^{\cdots}$, Na und K
Klinoolivin †, Titanklinohumit
Klinophäit †, Gemenge von Voltait mit anderen Mineralien
Klinoptilolith, SiO_2-reiche Varietät von Heulandit (M. H. Hey & F. A. Bannister, Min. Mag. **23**. 1934. 556)
Klinopyroxene 290
Klino-Sklodowskit 276
Klinostrengit 238
Klinotriphylin 221
Klinotscheffkinit 282
Klinoungemachit 212
Klinovariscit 238
Klinozoisit 281
Klipsteinit †, zersetzter Rhodonit
Klockmannit 103
Knauffit †, Volborthit
Knebelit 262
Knipovichit (E. J. Nefedow in V. A. Mokiewsky 1953), ein wasserhaltiges Carbonat von Ca, Al und Cr
Knollit †, Zeophyllit
Knopit 145
Knoxvillit †, Copiapit
Kobaltadamin 228
Kobaltarsenkies †, teils Danait, teils Glaukodot
„Kobaltblau" †, Lavendulan
Kobaltbleierz (Kobaltbleiglanz) †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.
Kobaltblende †, Jaipurit
Kobaltblüte 241
Kobaltcabrerit (*V* von Erythrin mit geringem MgO-Gehalt) **241**
Kobaltcalcit 173
Kobaltglanz 114
Kobaltit, Sphaerokobaltit
Kobaltkies 112
Kobaltlöllingit, Safflorit
Kobaltmanganerz †, Asbolan
Kobaltmanganspat, *V* von Manganspat
Kobaltmulm †, Asbolan
Kobaltnickelkies, Siegenit und Linneit
Kobaltnickelpyrit (Hengleinit) †, Bravoit
Kobaltocker †, Asbolan
Kobaltokalzit, siehe Cobaltocalcit
Kobaltomenit 168
Kobaltorhodochrosit, Co-führender Rhodochrosit = Kobaltmanganspat
Kobaltpyrit, teils Pyrit mit 14% Co von Gladhammar, teils (†) Linneit
Kobaltschwärze, Asbolan
Kobaltskorodit, ein bläulicher Skorodit mit Co-Gehalt
Kobaltspat 172
Kobaltsulfuret †, Jaipurit
Kobaltvitriol 201
Kobeit (1950), wohl metamikter hydratisierter Polykras, 156
Kobellit 111
Koboldin †, Linneit
Kochelit †, unreiner Fergusonit
Kochenit, bernsteinähnliches fossiles Harz

Kochit ?, angeblich $Al_4[SiO_4]_3 \cdot 5H_2O$ und kubisch, nach Wherry vielleicht eine Pseudomorphose, nach Fukuchi und Watanabé vielleicht eine Varietät von Zunyit
Koechlinit 148
Köhlerit †, zweifelhaftes Hg-Selenit innig gemengt mit Kalomel, Quecksilber, Kalkspat, Quarz u. a.
Koenenit 128
Köflachit 348
Kohleneisenstein, Gemenge von Eisenspat, Kohle und Ton
Kohlenspat †, Whewellit
Kohlenvitriolbleispat †, Lanarkit
Koivinit (Kukharenko 1951) = Florencit (Frank-Kamenetzki 1953)
Kokkolith 291
Kokscharowit, Edenit, eine Hornblende
Koktait 207
Kolbeckin †, Herzenbergit
Kolbeckit 237
Kölbingit †, Aenigmatit
Kollochrom †, Krokoit
Kollophan 235
Kollyrit ~ Allophan
Kolophonit †, teils Granat, teils Vesuvian
Kolosorukit †, Jarosit
Kolovratit ?, Gemenge mit V_2O_5, NiO, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, H_2O; Ferghana
Kolskit 323
Komarit, Connarit
Konarit, Connarit
Kondrikowit †, Natrolith mit mikroskopischen Einschlüssen eines rinkitartigen Minerals, von Kola
Kongsbergit 33, 78
Konichalcit 232
Königin †, Brochantit
Konilith, pulveriger Quarz
Koninckit 240
Konit †, teils Gemenge von Dolomit und Magnesit, teils „Konilith"
Könlit 347
Könleinit, Könlit
Koppit, Pyrochlor
Korallenachat, teils verkieselte Korallen, teils an Korallen erinnernde Varietät von Achat
Korallenerz †, krummschaliger Idrialith
Kordylit 177
Korea-Augit, Na-Pyroxen
Koreit †, Agalmatolith
Kornelit 202
Kornerupin 268
Kornit †, Hornstein
Korteit †, Koenenit
Korund 44, 143
Korundellit †, Margarit
Korundophilit 316
Korynit 114
Kosmochlor 269
Kosmochromit ~ Chloritoid
Kossmatit, *V* von Margarit (?)
Kotoit 183
Kotschubeit 318
Köttigit 241
Koupholith †, zelliger Prehnit
Krablit †, Gemenge von Orthoklas und Quarz
Kramerit 187
Krantzit 348
Kratochwilit 347
Kraurit, teils Dufrenit, teils Rockbridgeit
Krausit 204
Kreittonit †, Fe-reicher (entmischter) Gahnit von Bodenmais
Kremersit 127
Krennerit 89
Kreuzbergit = Fluellit
Kreuzstein †, teils Harmotom, teils Staurolith
Kribergit (Du Rietz 1945), ungefähr $Al_2H_2[SO_4 | (PO_4)_2] \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$, weiße, kalkähnliche Massen von der Kristineberg Mine, Västerbottom, Schweden
Krisuvigit †, Brochantit
Kroeberit ?, angeblich Fe-Subsulfid; von La Paz
Kröhnkit 205
Krokalith †, Natrolith
Krokoit 214
Krokydolith 295
Krugit, Gemenge von Polyhalit mit etwas Anhydrit
Kryohalit †, Hydrohalit
Kryokonit ?, graues Pulver auf Grönlandeis
Kryolith 125
Kryolithionit 64, 125
Kryophyllit, *V* von Zinnwaldit

Kryptohalit 43, **125**
Kryptoklas †, Albit, durch Zwillingsbildung pseudomonoklin
Kryptolin †, flüssige Einschlüsse in Quarz
Kryptolith †, Monazit in mikroskopischen Nädelchen im Apatit von Arendal
Kryptomelan 153
Kryptomerit ?, zweifelhaftes Borat
Kryptomorphit †, Ginorit (Hey & Bannister, Min. Mag. **29**. 1952. 955)
Kryptoperthit 334
Kryptotil, Hydromuskovit, grünliches Umwandlungsprodukt von Prismatin, 308
Kryshanowskit 246
Ktenasit 209
Ktypeit †, Aragonit
Kubeit †, „Rubrit" nach Darapsky (Druck- oder Lesefehler) = Botryogen
Kuboizit †, Chabasit
Kugeljaspis, Jaspis
Kühnit, Berzeliit
Kundait, asphaltartige Kohle von Kunda
Kunzit 291
Kupaphrit †, Tirolit
Kupfer 33, **77**
Kupferantimonglanz †, Wolfsbergit
Kupferarsenuranit, Zeunerit
Kupferasbolan, Cuproasbolan
Kupferblau †, Gemenge von Azurit und Chrysokoll
Kupferbleiglanz (Cuproplumbit) †, Gemenge von Bleiglanz und Kupferglanz
Kupferbleispat †, Linarit
Kupferblende (Sandbergerit), zinkreiches Fahlerz
Kupferdiaspor † (Pseudomalachit), Phosphorochalcit
Kupferglanz 91
Kupferglas †, Cuprit
Kupferglaserz †, Kupferglanz
Kupferglimmer, Chalkophyllit
Kupfergrün †, Chrysokoll
Kupferhornerz †, Atakamit
Kupferindig 102
Kupferkies 37, **95**
Kupferlasur, Azurit
Kupferlebererz †, Gemenge, hauptsächlich erdiger Cuprit
Kupfermanganerz (Lampadit), *V* von Wad
Kupfermelanterit 201
Kupfernickel †, Rotnickelkies
Kupferpecherz, Gemenge von Chrysokoll, Stilpnosiderit u. a.
Kupferphosphoruranit, Torbernit
Kupferphyllit, Chalkophyllit
Kupferrot †, Cuprit
Kupfersamterz, Lettsomit
Kupfersand †, Atakamit
Kupfer-Saponit 313
Kupferschaum 248
Kupferschwärze, Cuproasbolan, 153 († auch für Tenorit und Wad)
Kupfersilberglanz †, Stromeyerit
Kupfersulfobismutit (Cubrobismutit) †, Gemenge, hauptsächlich Emplektit
Kupfer-Uranit, Torbernit
Kupfervitriol 200
Kupfervitriol-Heptahydrat 201
Kupferwismuterz †, Wittichenit
Kupferwismutglanz †, Emplektit
Kupferzinkblüte †, Aurichalcit
Kupfferit 293
Kupletskit 279
Kupholith †, Serpentin
Kuprein †, Chalkosin
Kurgantait 187
Kurnakovit 188
Kurskit ~ Francolith
Kurtzit †, Wellsit (Fersman 1909)
Kurumsakit 273
Kurzyt, Kurtzit
Küstelit, Au-haltiges Silber
Kutnahorit 52, **174**
Kuttenbergit, Kutnahorit
Kyanit, Cyanit
Kyanophilit (?). K, Na, Al-Silikat, H = 4, D = 2,9, keine Spaltbarkeit, opt. 2-achsig (Ramo Rao 1946)
Kylindrit 102
Kymatin †, faseriger Aktinolith
Kymatolith, Gemenge, Zersetzungsprodukt von Spodumen
Kypholith (Kupholith) †, Serpentin
Kyrosit †, Gemenge, angeblich ein As-haltiger Markasit

L

Labit 323
Labrador-Hornblende †, Hypersthen

Labradorit 333
Labuntsowit 284
Lacroisit †, Gemenge von Rhodonit und Rhodochrosit
Lacroixit 234
Lagonit †, Gemenge von Sassolin mit Limonit
Lambertit †, Uranophan
Lampadit (Kupfermanganerz), *V* von Wad, Cu-haltig
Lamprit †, Schreibersit
Lamprobolit (Rogers 1940) **295**
Lamprophan (Lamprophanit) ?, Sulfat von Ca, Pb, Mn, Mg, Na und K mit H_2O, blättrig; Långban
Lamprophyllit 274
Lamprostibian ?, wasserfreies Antimonat von Fe und Mn; Sjögrube
Lanarkit 198
Lancasterit †, teils Hydromagnesit, teils Aragonit
Landerit †, rosa Grossular von Morelos
Landesit 238
Landevanit †, rötlicher Ton von Landevan
Landsbergit 78
Laneit, *V* von Barkevikit
Långbanit 270
Langbeinit 193
Langit 208
Langstaffit †, Chondrodit
Lansfordit 178
Lanthanit 179
Lanthanocerit †, Cerit
Lapis lazuli 338
Lapparentit (Ungemach) †, Tamarugit (Gordon 1940)
Lapparentit (Rost), $Al[OH \mid SO_4] \cdot 4\frac{1}{2} H_2O$ (?)
Larderellit 187
Lardit †, teils Agalmatolith (von Dilln), teils angeblich wasserhaltiges SiO_2 in Ton
Larnit 264
Larsenit 262
Lasionit †, Wavellit
Laspeyrit 181
Lassallit †, Palygorskit
Lassolatit †, Opalsinter vom Puy de Lassolas
Lasurit 338
Laterit 164
Latialith †, Hauyn
Latiumit 271
Latrobit †, angewitterter Anorthit
Laubanit, *V* von Natrolith, 341
Laubmannit 229
Laueit 246
Laumontit 341
Laurionit 131
Laurit 41, **113**
Lausenit 202
Lautarit 168
Lautit 94
Lavendulan 251
Låvenit 273
Lavezstein (Topfstein), Gemenge, hauptsächlich Steatit
Lawrencit 122
Lawrowit 291
Lawsonit 281
Laxmannit, Vauquelinit
Lazulith 229
Leadhillit 199
Leberblende †, teils *V* von Zinkblende, teils Voltzin
Lebererz, *V* von Cuprit
Leberkies, hauptsächlich Teilpseudomorphosen von Pyrit oder Markasit nach Magnetkies
Leberopal †, Menilit
Leberstein (Hepatit) †, ein bituminöser Baryt
Lechatelierit 148
Lecontit 207
Ledererit †, Gmelinit
Lederit †, Titanit
Ledouxit 87
Leedsit †, Gemenge von $CaSO_4$ und $BaSO_4$; von Leeds
Leelith †, ein fleischroter Orthoklas
Leesbergit †, Gemenge von Hydromagnesit und Dolomit
Lefkasbest (Leukasbest), gebleichter Chrysotil
Legrandit 237
Lehiit 249
Lehm, *V* von Ton, mit hohem Quarz- und Fe-Gehalt (Gestein!)
Lehmanit †, Saussurit
Lehmannit †, Krokoit
Lehnerit = Ludlamit (Berman 1925)

Lehuntit †, Natrolith
Leidyit ?, wohl ein Chlorit
Leifit 338
Leightonit 207
Leirochroit †, Tirolit
Lembergit (Lagorio 1895), künstliches $NaAlSiO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$
Lembergit (Sudo 1943) **313**
Lemnäsit †, Alluaudit
Lengenbachit 108
Lennilith, teils *V* von Orthoklas, teils Vermiculit
Lentulith †, Lirokonit
Lenzinit †, Halloysit
Leobenit ?, angeblich H_2O-haltiges CaFe-Phosphat
Leonhardit, teilweise entwässerter Laumontit
Leonhardtit 200
Leonit 206
Leopoldit †, Sylvin
Lepidochlorit †, unreiner Chlorit
Lepidokrokit 164
Lepidolamprit †, Franckeit
Lepidolith 305
Lepidomelan 305
Lepidomorphit *P*, ein Phengit, pseudomorph nach Oligoklas
Lepidophäit, *V* von Wad, Cu-haltig
Lepolith †, ein grünbrauner Anorthit
Leptochlorite 313, 316
Leptonematit ~ Psilomelan
Lerbachit †, Gemenge von Clausthalit und Tiemannit
Lermontovit 256
Lesleyit †, Gemenge von Sericit und Korund
Lesserit 188
Lessingit 275
Letovicit 194
Lettsomit 210
Leuchtenbergit †, Klinochlor, 316
Leucit 330
Leukanterit ?, weiße Ausblühung auf „Copperasin"
Leukargyrit †, Freibergit
Leukasbest †, gebleichter Chrysotil
Leukaugite †, Fe-arme Augite
Leukochalcit = Olivenit (Berry 1951)
Leukoglaukit †, Ferrinatrit (Dana II, 1951)
Leukogranat, fast farbloser Grossular
Leukolith †, teils Dipyr, teils Pyknit, teils Leucit
Leukomanganit †, Fairfieldit
Leukopetrit 348
Leukophan 279
Leukophoenicit 269
Leukophosphit 250
Leukophyllit †, Sericit
Leukopyrit †, Löllingit mit etwas weniger As als der Formel entspricht
Leukosapphir, farbloser Sapphir
Leukosphenit 285
Leukotil ~ Chrysotil
Leukoxen, Gemenge, vorzugsweise Titanit
Leukozyklit, Apophyllit, optisch stark anomal
Leverrierit (Termier 1889), säulchenförmiger Kaolinit (Bacillarit), teils innig mit Muskovit durchwachsen (?) (Ross & Kerr 1931, Lapparent 1934, Orlov 1942) **308**
Leviglianit †, Gemenge, Metacinnabarit mit Zinkblende
Levyn 344
Lewisit †, Roméit
Lewistonit 235
Libethenit 56, 63, **228**
Libollit †, Albertit
Libyanit, Libit, Lechatelierit
Liebenerit *P*, zu dichter Muskovitsubstanz verwitterter Nephelin
Liebigit 181
Lievrit 281
Lignit, Braunkohle
Ligurit *V*, apfelgrüner Titanit von Ala
Likasit 171
Lilalith †, Lepidolith
Lillehammerit †, Pentlandit von Lillehammer
Lillianit †, Galenobismutit, teils in inniger Verwachsung mit Bleiglanz; L. von Iilijärvi, Finnland, ist Selenocosalit (Vaasjoki & Kaitaro 1951)
Lillit 323
Limait, Sn-haltige Varietät von Gahnit, 138
Limbachit, ähnlich Saponit, von Limbach
Limbilith ?, Zersetzungsprodukt von Olivin, von Limburg

Limnit (Sumpferz), *V* von Limonit oder Siderogel
Limonit 164
Linarit 196
Lincolnit †, Heulandit
Lindackerit 239
Lindesit †, Urbanit
Lindgrenit 216
Lindsayit †, Anorthit
Lindströmit 106
Linneit 112
Linosit ?, ähnlich Kaersutit, von Linosa
Linseit †, Lindsayit
Linsenerz 249
Linsenkupfer †, Lirokonit
Lintonit †, radialer Thomsonit
Lionit †, teils unreines Tellur, teils Chillagit
Liparit †, teils Chrysokoll, teils Fluorit, teils Talk (auch Gesteinsname!)
„Lipscombit" (Gheith 1953), synthet. $Fe^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid PO_4]_2$, tetr.
Lirokonit 249
Lirokonmalachit †, Lirokonit
Liskeardit 248
Listvenit, ein grüner Glimmer, Beresowsk, Ural
Listwänit †, Gemenge von Dolomit, Quarz u. a.
Lithargit 137
Lithidionit 284
Lithioneisenglimmer †, Zinnwaldit
Lithionglaukophan †, Holmquistit
Lithionglimmer †, teils Lepidolith, teils Zinnwaldit
Lithionit, Lithionglimmer (Sammelname)
Lithionnephelin †, Eukryptit
Lithionsmaragd †, Hiddenit
Lithiophilit 221
Lithiophorit 162
Lithiummuskovit 305
Lithomarge † (Steinmark), Halloysit und ähnliche Mineralien
Lithoxyl †, Holzopal
Liveingit 108
Liversit, Elaterit von Utah
Livingstonit 106
Lizardit(Whittacker & Zussmann 1955), *V* von Serpentin (?)
Llagualit (C. Bandy 1946), rhomboedrisches $CePO_4$?, vielleicht Rhabdophan
Loaisit †, Skorodit
Loboit (Gökumit) †, Vesuvian von Gökum
Lodochnikowit, Lodochnikit (Mokiewsky 1953), ein komplexes Oxyd von Al, Mg, Ca und Fe, rhombisch, H. 7, $a_0 = 23{,}6$, $b_0 = 17{,}1$, $c_0 = 5{,}71$ Å (E. J. Nefedow, Geologie 4. 1955. 528)
Loeweit, Löweit
Loganit, Pseudomorphose von Pennin nach Amphibol
Lohestit ?, Knoten in Phylliten der Ardennen, fast isotrop
Löllingit 115
Lombaardit 283
Lomonossowit 272
Lonchidit †, Markasit mit etwas As
Loparit 145
Lopezit 215
Lophoit †, Prochlorit
Lorandit 106
Loranskit 158
Lorenzenit 301
Lorettoit 132
Loseyit 176
Losit, Cancrinit mit abweichenden optischen Eigenschaften
Lossenit †, Gemenge von Skorodit und Beudantit, bestätigt durch Pearl 1950
Lotalit (Lotalalith), Diallag von Lotala
Lotrit, Pumpellyit (Sobolew 1947)
Louderbackit 203
Louisit †, Gemenge von Quarz und Apophyllit
Loughlinit (Fahey 1948), wohl *V* von Sepiolith
Lovtschorrit, isotropisiertes Umwandlungsprodukt von Rinkolit
Löweit 205 (benannt von Haidinger 1846 nach A. Löwe, Generalmünzprobierer in Wien)
Löwigit †, Alunit
Lowozerit ?, $(H,Na,K)_2O \cdot (Ca,Mn,Mg)O \cdot (Zr,Ti)O_2 \cdot 6\,SiO_2 \cdot 3\,H_2O$, ⊖ einachsig, Umwandlungsprodukt von Eudialyt
Loxoklas †, ein Na-reicher Orthoklas
Lubeckit, $4\,CuO \cdot \frac{1}{2}\,Co_2O_3 \cdot Mn_2O_3 \cdot 4H_2O$, ursprünglich kolloidal, steht dem Wad nahe
Lublinit †, feinfilziger Kalkspat von Lublin (angeblich neue $CaCO_3$-Modifikation)

Lubumbashit ?, ~ Heterogenit
Lucasit †, veränderter Muskovit, Vermiculit (?)
Luchssapphir †, Cordierit oder dunkler Sapphir
Lucianit †, Stevensit (amorpher Talk?)
Lucinit †, Variscit; Name wurde zurückgenommen
Luckyit 201
Lucullan, durch kohlige Bestandteile schwarz gefärbter Marmor
Ludlamit 239
Ludwigit 184
Luigit ?, „Aloisiit", angeblich amorphes $Ca_4[O_2|SiO_4]$
Lumachelle †, Muschelmarmor
Lüneburgit 189
Lunnit, z. T. Pseudomalachit 230
Luotolit †, Oligoklas von Luotola
Lupikkit, Gemenge von Cubanit, Pyrrhotin, Chalkopyrit und Zinkblende
Lusakit 269
Lusitanit, Spencerit
Lussatin (F. Laves 1939), Cristobalitchalcedon, c-Achsen || Faserrichtung
Lussatit, Cristobalitchalcedon (J. Novák 1932, Bull. Soc. Franç. Min. 1947. 288), c-Achsen ⊥ Faserrichtung
Lutecin, *V* von Chalcedon mit [0001] parallel der Faserrichtung
Luxullianit, turmalinisierter Granit
Luzonit 97
Lydit, schwarzer Kieselschiefer, Gold gibt darauf einen charakteristischen Strich (Probierstein)
Lyellit †, Devillin
Lyndochit, CaTh-Euxenit mit geringem Urangehalt
Lyonit †, Chillagit

M

Maakit †, Hydrohalit (Paclt 1953)
Macfarlanit †, Gemenge von Silber, Rotnickelkies, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies
Macgovernit 270
Mackayit 168
Mackensit **317**
Mackintoshit (Hidden & Mackintosh 1893), Thorogummit (Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007)
Mackit †, Hanksit
Maclureit †, teils Fassait, teils Chondrodit
Maconit 309
Madeiratopas, *V* von Citrin (braunrot gebrannter Amethyst)
Mafurit?
Magallanit, asphaltartige Substanz
Maghaemit 144
Magnalit †, Gemenge von Alumogel, Halloysit, Kerolith usw.; als Zersetzungsprodukt in manchen Basalten
Magnalumoxyd (Bobkow & Kazitzyn 1951) = Spinell (D. P. Serdiuchenko & V. A. Molewa, Doklady Akad. Nauk. USSR. **88**. 1953. 547)
Magnesiaalaun †, Pickeringit
Magnesiagoslarit, *V* von Goslarit
Magnesiapharmakolith †, Berzeliit
Magnesiasalpeter 171
Magnesiocalcit †, Dolomit
Magnesiochromit 138
Magnesiocopiapit 211
Magnesiocummingtonit, *V* von Cummingtonit mit $Mg > Fe''$
Magnesioferrit 138
Magnesioludwigit, *V* von Ludwigit
Magnesiospinell 137
Magnesit 52, **172**
Magnesitspat †, Magnesit
Magnesiumapjohnit, Mg-haltiger Apjohnit
Magnesiumbeidellit, Hectorit
Magnesiumbentonit, Hectorit
Magnesiumberzeliit, Berzeliit
Magnesiumboothit 201
Magnesium-Chalkanthit (Winchell (1951), Pentahydrit 144
Magnesium-Chlorophoenizit 231
Magnesium-Cordierit = Cordierit
Magnesium-Kaolinit (Efremow 1954), angeblich $Mg_2Al_3[(OH)_8|AlSi_3O_{10}]$
Magnesiummelanterit 201
Magnesium-Montmorillonit, *V* von Montmorillonit
Magnesium-Morenosit, ~ Nickelepsomit
Magnesiumorthit 282
Magnesiumphosphoruranit, Saléeit

Magnesium-Serizit, Serizit mit ca. 3% MgO
Magnesiumsussexit 182
Magneteisenerz 138
Magneteisenstein, Magnetit
Magnetit 138
Magnetkies 39, **98**
Magnetoilmenit 144
Magnetoplumbit 140
Magnetopyrit †, Magnetkies
Magnetostibian 148
Magniophilit 222
Magniotriplit 227
Magnochromit †, Magnesiochromit
Magnoferrit †, Magnesioferrit
Magnolit 214
Magnophorit 295
Magnussonit 167
Magnymontmorillonit (Sedletzky 1951) = Montmorillonit
Mahadevit (S. Ramaseshan 1945), zwischen Muskovit und Phlogopit
Maitlandit (Simpson 1930) †, Thorogummit (Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007)
Makit †, Thenardit
Makrolepidolith, Lepidolith mit großem Achsenwinkel (im Gegensatz zu „Mikrolepidolith")
Malachit 176
Malachitkiesel †, Chrysokoll
Malakolith †, Diopsid
Malakon 266
Maldonit 87
Malinowskit, *V* von Tetraedrit (kupferarmes Silberbleifahlerz)
Malladrit 124
Mallardit 201
Maltesit †, Chiastolith
Malthait?, „Asphaltmineral"
Malthazit †, Allophan
Mamanit †, Polyhalit
Manandonit 317
Manasseit 180
Mancinit ?, angeblich Zn-Silikat von Mancino
Manganaktinolith, Aktinolith mit 6% MnO
Manganalaun †, Apjohnit
Mangan-Alluaudit 222
Manganamphibol †, Rhodonit
Mangan-Andalusit 268
Mangan-Antigorit 323
Manganapatit 235
Mangan-Berzeliit 223
Manganblende 100
Manganboracit 185
Manganbrucit 162
Mangancalcit 173
Manganchlorit, *V* von Pennin
Mangan-Chrysotil 323
Mangandiaspor 164
Mangandisthen †, Ardennit
Mangandolomit (Naumann) = Manganocalcit (Breithaupt) ~ Kutnahorit
Mangandolomit (Doelter 1911), *V* von Dolomit mit wenig Mn
Manganepidot 282
Manganerz, graues, teils Manganit, teils Pyrolusit
Manganerz, schwarzes, teils Kryptomelan, teils Psilomelan
Manganglanz †, Alabandin
Mangan-Hörnesit 240
Manganhydroxylapatit 235
Manganilmenit 144
Manganit 163
Manganjaspis †, unreiner Rhodonit
Mangankies 113
Mangankiesel †, teils Rhodonit, teils Gemenge Quarz + Rhodochrosit
Mangankiesel, schwarzer, = Klipsteinit (zersetzter Rhodonit)
Mangannebelit, Mischungsglied zwischen Knebelit und Tephroit
Manganoninckit (Beus 1950), *V* von Koninckit mit 2,7% Mn_2O_3
Mangankupfererz †, Crednerit
Manganleonit 206
Manganludwigit, Pinakiolith
Manganmelanterit 201
Manganmuskovit, tiefvioletter Muskovit mit 2,3% MnO
Manganocker, angeblich $Mn_3O_4 \cdot 4H_2O$, ~ Wad
Manganoferrit (Vogt 1890), ein (Mn, Fe)-Oxyd als Schlackenprodukt, chemische Formel usw. unbekannt
Manganoferrit (Koenig 1892), Ferrofranklinit
Manganoferrit (Beckenkamp), Jakobsit

Manganogel 154
Manganolangbeinit 193
Manganolith †, Rhodonit
Manganomagnetit †, teils Jakobsit, teils Vredenburgit
Manganomelan, aus kolloidaler Lösung ausgeschiedenes, noch amorph erscheinendes MnO_2, **154**
Manganomossit 152
Manganoniobit 155
Manganophyllit 305
Manganorthit, *V* von Orthit
Manganosit 40, **136**
Manganosphärit †, Manganosiderit
Manganostibiit 148
Manganostilpnomelan (Winchell 1951), Parsettensit
Manganotantalit 155
Manganowolframit †, Hübnerit
Manganoxyapatit 235
Mangan-Pennin 316
Manganphlogopit 305
Manganpickeringit, Bosjemanit
Manganpyrosmalith 327
Mangan-Rockbridgeit, Mischungsglied zwischen Frondelit und Rockbridgeit
Manganschaum †, Wad
Manganschwärze †, Wad
Mangan-Sicklerit = Sicklerit
Mangansiderit 173
Mangansmithsonit 172
Manganspat 172
Manganspinell, Galaxit
Mangantremolit, Tremolit mit 7,38% MnO
Manganvesuvian 284
Manganvitriol 201
Manganvoelckerit 235
Mangualdit, Manganoxyapatit (B. Mason 1941)
Manjak †, Asphalt
Mansfieldit 238
Mansjöit, körniger Diopsid mit strukturell unerklärtem Fluor-Gehalt
Marahuit †, erdiger bituminöser Lignit, von Marahu in Brasilien
Maranit †, Chiastolith
Marasmolith †, teilweise zersetzte, Fehaltige Zinkblende
Marburgit (Thugutt 1949), Ca-Phillipsit
Marcelin (Beudant) †, Braunit, aus Rhodonit entstanden
Marcelin (Berthier) †, ~ Rhodonit
Marcylith †, teils unreiner Atakamit, teils Gemenge von Tenorit, Covellin u. a.
Marekanit †, Obsidian
Margarit 304
Margarodit *V*, ein talkartig aussehender Mischkristall Muskovit-Paragonit
Margarosanit 299
Marialith 339
Marienglas, teils heller Glimmer, teils Gips
Marignacit, *V* von Pyrochlor
Marionit †, Hydrozinkit
Mariposit, *V* von Phengit mit viel Si und ca. 1% Cr_2O_3
Markasit 115
Marmairolith ~ Richterit, von Långban
Marmatit †, Fe-reiche Zinkblende
Marmolith †, Antigorit
Marrit ?, monoklines Sulfosalz unbekannter Zusammensetzung ($a : b : c = 0{,}5763 : 1 : 0{,}4739$, $\beta = 91° 15'$)
Marshit 37, **119**
Marsjatskit, ein Mn-Glaukonit
Martinit, V von Whitlockit, mit $CaCO_3$-Beimengung
Martinsit †, teils Gemenge von Steinsalz mit Kieserit, teils Kieserit
Martit 144
Martourit †, Berthierit
Mascagnin, Mascagnit
Mascagnit 194
Mascareignit, Opalsubstanz pflanzlichen Ursprungs
Maskelynit 333
Masonit †, Chloritoid
Masrit 203
Massicot 137
Masuyit 165
Matildit (D'Achiardi 1883) †, Schapbachit
Matlockit 131
Matricit †, veränderter Olivin von Wermland
Matteuccit 207
Maucherit 87
Mauersalz †, Nitrocalcit
Maufit 323
Mauilith †, Labradorit von Maui
Mauleonit †, „Leuchtenbergit"

Mauzeliit, Roméit
Mavinit 319
Mavudzit (V. O. Coelho 1954), *V* von Davidit (Min. Mag. **29**. 1950. 101)
Maxit †, Leadhillit
Mayait 291
Mazapilit *P*, Arseniosiderit pseudomorph nach Skorodit
Mechernichit †, Bravoit von Mechernich
Medamait (Harada 1948), *V* von Diaspor
Medjidit, wohl *V* von Zippeit
Medmontit 313
Medziankit, Olivenit
Meerschaluminit †, Halloysit
Meerschaum 328
Megabasit †, Hübnerit
Megabromit †, Embolit
Mejonit 339
Mekkastein †, blauer Chalcedon aus Arabien
Melakonit, Tenorit
Melanasphalt †, Albertit
Melanchlor *P*, Heterosit pseudomorph nach Triphylin
Melanchym †, Rochlederit
Melanerz †, Polymignit
Melanglanz †, Stephanit
Melanglimmer, Gruppenname für Stilpnomelan, Cronstedtit usw.
Melanit 265
Melanocerit 276
Melanochalcit †, Gemenge, hauptsächlich Tenorit
Melanochroit †, Phönicit
Melanokonit †, Melakonit = Tenorit
Melanolith, Delessit (C. Frondel 1955)
Melanophlogit, Quarz paramorph nach Hochcristobalit
Melanosiderit, wahrscheinlich Gemenge von Limonit und einem Fe-Silikat
Melanostibian 148
Melanotekit 275
Melanothallit 128
Melanovanadit 257
Melanterit 201
Melichromharz †, Mellit
Melilith 278
Melinit (Gelberde), Gemenge von Eisenhydroxyd und Bol
Melinophan 279
Melinose †, Wulfenit
Meliphanit †, Melinophan
Melit ?, wohl *V* von Allophan
Mellit 347
Mellonit †, Pseudocotunnit oder Gemenge
Melnikovit-Markasit 115
Melnikovit-Pyrit 113
Melonit 88
Melopsit ~ Gymnit
Melosark †, Melopsit (~ Gymnit)
Menaccanit †, Ilmenit
Mendelejewit, *V* von Betafit
Mendipit 132
Mendozit 204
Meneghinit 110
Mengit †, teils Niobit, teils Monazit
Menilit 150
Mennige 140
Mercallit 193
Merkurammonit †, Kleinit
Merkurblende †, Zinnober
Merkurglanz †, Onofrit
Meroxen 305
Merrillit †, Francolith aus Meteoriten
Merumit (Bracewell 1946), wasserhaltiges Chromoxyd vom Merume-Fluß, Britisch-Guyana (Min. Abstr. **28**. 733)
Merwinit 262
Mesabit †, ockriger Limonit
Mesitinspat 173
Mesitit, Mesitinspat
Mesodialyt 286
Mesoenstatit (Metatalk), enantiotrope Modifikation (stabil von 900—1270° C) der Reihe Enstatit ⇌ Klinoenstatit
Mesolin †, Levyn
Mesolith 340
Mesolithin †, Thomsonit
Mesomikroklin 334
Mesotyp †, Gruppenname für Natrolith, Mesolith und Skolezit
Mesquitelit ?, toniges Umwandlungsprodukt von Feldspat von der Formel $(Mg, Ca)O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 9SiO_2 \cdot 5H_2O$, wenig verschieden von Montmorillonit; von Mesquitela in Portugal
Messelit 242
Messingblüte 176
Messingerz †, Gemenge von Zinkblende und Kupferkies

Messingit †, Messingblüte
Meta-Alunogen 202
Meta-Autunit 253
Metabasaluminit 211
Meta-Bassetit 253
Metabentonit (Ross 1928), „metamorphosierter" Bentonit
Metabentonit (Bárta, Čap & Satava 1949), ein Montmorillonit-Mineral
Metabiotit, „Bauerit"
Metabrucit, orientierte Pseudomorphose von Periklas nach Brucit
Metabrushit †, Brushit (Frondel 1943)
Metachalcolith †, Metatorbernit
Metachlorit †, Daphnit
Metacinnabarit 37, **94**
Metacristobalit, Hochcristobalit
Metagadolinit †, zersetzter Gadolinit
Metagreenalith †, Greenalith
Metahalloysit 325
Metahewettit 256
Metahohmannit 209
Metahydroboracit †, Inderborit
Meta-Jarlit ?, ∼ Jarlit 125
Meta-Kahlerit 253
Metakalkuranit ∼ Meta-Autunit-II
Metakernit, künstl. Entwässerungsprodukt von Kernit
Metakupferuranit †, Metatorbernit
Metaloparit 146
Metalonchidit †, Markasit mit geringem As-Gehalt
Metanatrolith (Rinne 1887), künstlich entwässerter Natrolith
Metanatrolith (Thugutt) = „Epinatrolith" = Natrolith
Metanocerin (?), ∼ Nocerin
Meta-Novačekit 253
Metarossit 256
Metasericit, *V* von Sericit, vom Wildschapbachtal
Metasideronatrit 212
Metasimpsonit †, Mikrolith
Metaskolezit 340
Metastibnit 117
Metastrengit (Phosphosiderit) †, Klinostrengit 169
Metataenit 80
Metathenardit 194
Metathomsonit 340
Metatorbernit 253
Metatriplit ?, schwarzes Umwandlungsprodukt von Triplit, angeblich $6\,MnO \cdot 3\,Fe_2O_3 \cdot 3\,P_2O_5 \cdot 2RF_2 \cdot 4H_2O$ von Mangualde in Portugal
Metatyuyamunit 255
Meta-Uranit 251
Meta-Uranocircit 253
Meta-Uranopilit 214
Meta-Uranospinit 254
Metavariscit, Klinovariscit 238
Metavauxit 245
Metavoltait †, Metavoltin
Metavoltin 212
Metaxit †, minderwertiger Chrysotilasbest
Metazeolithe 230
Meta-Zeunerit 254
Meyerhofferit 188
Meyersit, kolloidales oder kryptokristallines $AlPO_4 \cdot 2H_2O$, vielleicht mit Variscit oder Metavariscit identisch
Meymacit 161
Mg-Vermiculit 312
Miargyrit 101
Micaphilit †, Andalusit
Micarell *P*, teils Pinit, teils Glimmer pseudomorph nach Skapolith
Micaultlith (Micaultit) ?, erdiges ziegelrotes Umwandlungsprodukt von Rutil
Michaelit †, Opalsinter
Michaelsonit †, Erdmannit
Micheewit, siehe Görgeyit 207
Michel-Levyit †, Baryt
Middletonit 348
Miedziankit †, Zn-reicher Tennantit
Miemit, *V* von Dolomit
Miersit 119
Miesit, ein Ca-haltiger Pyromorphit
Mikrodunhamit = Dunhamit
Mikroklin 334
Mikroklinperthit 334
Mikrolepidolith, Lepidolith mit kleinem Achsenwinkel, im Gegensatz zu „Makrolepidolith"
Mikrolith 147
Mikroperthit 334
Mikrophyllit, Mikroplakit †, Einschlüsse im Labradorit
Mikroschörlit †, Kriställchen von Kaolinit
Mikrosommit †, teils Nephelin, teils Davyn

Mikrotin †, klarer Plagioklas
Mikrovermiculit †, Kriställchen von Kaolinit
Milanit †, grünlichweißer Halloysit
Milarit 289
Milchopal 150
Milchquarz 149
Millerit 100
Millisit 250
Miloschin †, Cr-haltiger Allophan
Milowit †, „amorphe" Kieselsäure von Milos
Mimetesit 56, **235**
Minasit ?, $2Al_2O_3 \cdot 3H_2O$, „amorph", als Favas gefunden
Minasragrit 210
Mindigit 163
Mineral Q **110**
Minervit †, Taranakit (Bannister & Hutchinson 1947)
Minette 164 (auch ein Gestein!)
Minguetit, Fe-reicher Chlorit
Minguzzit 346
Minium 140
Minnesotait 303
Minyulit 249
Mirabilit 207
Miriquidit ?, enthält As_2O_5, P_2O_5, PbO, Fe_2O_3 und H_2O, braun, trigonal; Schneeberg, Sa.
Misenit 193
Miserit 299
Miskeyit †, dichter Chlorit, identisch mit Pseudophit † vom selben Fundort
Mißpickel, Arsenkies
Misy (Misit) †, Copiapit, Jarosit und Metavoltin
Mitchellit †, Magnochromit
Mitridatit 250
Mitscherlichit 127
Mixit 251
Mizzonit 339
Modderit 99
Modumit †, Skutterudit
Moffrasit †, Bindheimit
Mohavit, Tinkalkonit 186
Mohawkit †, Gemenge von Domeykit mit Rotnickelkies und Breithauptit
Mohawkwhitneyit †, Gemenge, wohl Algodonit und Whitneyit
Mohelnit, ein Chlorit ähnlich Klinochlor oder Moravit (Paclt 1953)
Mohsin †, Löllingit
Mohsit †, Ilmenit
Moissanit 83
Mokkastein, Chalcedon mit dendritischen Einschlüssen
Moldavit, teils Glas kosmischer (?) Herkunft, teils (†) schwarzer Ozokerit
Molengraaffit *F*, Lamprophyllit
Mollit, Lazulith 161
Moluranit 217
Molybdänbleispat †, Wulfenit
Molybdänglanz 41, **116**
Molybdänit 41, **116**
Molybdänocker 161
Molybdänsilber † (Wehrlit), ~ Pilsenit
Molybdit 161, 216
Molybdomenit 168
Molybdophyllit 280
Molybdoscheelit 216
Molybdosodalith ?, ein MoO_3-haltiger Sodalith vom Vesuv
Molysit 123
Monazit 55, **225**
Monazitoid †, Monazit
Mondstein 334
Monetit 223
Monheimit †, Ferrosmithsonit
Monimolit, Bindheimit
Monit †, erdiger Kollophan von der Insel Mona
Monophan †, Epistilbit
Monothermit (Magny-Monothermit, Endothermit) ~ Kaolinit
Monradit *P*, ein serpentinisierter Pyroxen
Monrolith †, Sillimanit
Montanit 214
Montasit, faserige Hornblende
Montesit 102
Montbrayit 89
Montebrasit 226
Monteponit 40, **136**
Montgomeryit 249
Monticellit 262
Montmartrit †, Gips
Montmorillonit 311
Montmorillonit-Chlorite 318
Montroseit 163
Montroydit 137

Mooraboolit †, Natrolith
Mooreit 209
Moosachat, Achat mit moosähnlichen Einschlüssen
Moosopal, Opal mit moosähnlichen Einschlüssen
Moraesit 244
Moravit 317
Mordenit 341
Morencit †, Nontronit
Morenosit 202
Moresnetit †, Gemenge von Sauconit und Hemimorphit
Morganit 287
Morinit 249
Morion 149
Mornit †, Labradorit
Morocochit †, Schapbachit
Moronit †, Gemenge, hauptsächlich $CaCO_3$
Moronolith †, Jarosit
Moroxit, grünlichblauer Apatit
Morpholith †, Magnesit
Morvenit †, Harmotom in unverzwillingten Kristallen
Mosandrit 274
Moschellandsbergit, Landsbergit
Mosesit 129
Mossit 48, **152**
Mossottit, Sr-haltiger Aragonit (vgl. C. Garavelli, Rend. Soc. Min. Ital. **11**. 1955. 182).
Moth †, Zn-haltiger Limonit
Mottramit 233
Muckit 348
Muldan †, Orthoklas von Mulda
Mullanit †, Boulangerit
Müllerin †, Krennerit (oder Sylvanit?)
Müllerit †, teils Nontronit (Zamboninit), teils Schertelit
Mullicit †, Vivianit von Mullica Hill
Mullit 268
Munkforssit 198
Munkrudit 198
Muntenit †, Bernstein
Murchisonit, *V* von Orthoklas, mit Spaltbarkeit nach (701) oder (801)
Murdochit 136
Muriacit †, Anhydrit
Murmanit 272
Muromontit †, Orthit
Mursinskit ?, tetragonal (c/a = 0,5664), Zusammensetzung unbekannt
Muschelachat, muschelartig gezeichneter Achat
Muschketowit *P*, Magnetit pseudomorph nach Haematit
Müsenit †, Linneit von Müsen
Musit †, Parisit
Muskovit 69, **303**
Mussit †, Diopsid
Mussolinit, *V* von Talk von Sardinien
Muthmannit 88
Myelin (Steinmark) †, Nakrit
Myrickit †, grau und rot gefleckter Chalcedon
Mysorin †, Gemenge, hauptsächlich Malachit; von Mysore

N

Nadeleisenerz 163
Nadelerz †, Aikinit
Nadelspat, *V* von Aragonit
Nadorit 132
Naegit 266
Naesumit ?, CaAl-Silikat mit H_2O
Nagatelith 283
Nagelschmidtit 264
Nagyagit 89
Nahcolith 171
Na-Heterosit †, Gemenge von Alluaudit + Purpurit
Nakrit 70, **321**
Namaqualith 180
Nantokit 37, 42, **119**
Napalith 348
Naphthadil †, Ozokerit
Naphthin, Hatchettin oder Ozokerit
Naphtholith 348
Napoleonit †, teils Orthoklas, teils Amphibol
Na-Purpurit †, Gemenge von Alluaudit + Purpurit
Narsarsukit 302
Nasonit 280
Nasturan †, Uranpecherz
Natramblygonit (Natronamblygonit) †, Fremontit
Natrikalit †, angeblich K-haltiges Steinsalz
Natrit 178

Natrium-Autunit 253
Natriumglaukonit, Glaukonit mit ca. 3% Na_2O
Natrium-Hewettit 257
Natroalunit 196
Natroborocalcit †, Ulexit
Natrocalcit †, teils Gaylussit, teils Datolith
Natrochalcit 211
Natrojarosit 197
Natrolith 340
Natromontebrasit 226
Natron 178
Natronalaun 204
Natronberzeliit, Na-haltiger Berzeliit
Natronbiotit 305
Natronchabasit †, Gmelinit
Natronglimmer, Paragonit
Natronitrit †, Natronsalpeter
Natronkatapleit, Ca-freier Katapleit
Natron-Mesomikroklin 334
Natronmesotyp †, Natrolith
Natron-Mikroklin 334
Natronorthoklas 334
Natronphlogopit, *V* von Phlogopit
Natronsalpeter 170
Natron-Sanidin 334
Natrontremolit, zwischen Tremolit und Glaukophan
Natrophilit 221
Natrosiderit †, Akmit
Natroxonotlit †, Miserit
Naujakasit 327
Naumannit 92
Naurodit, blaue Hornblende
Nauruit, *V* von Kollophan
Navajoit 160
Necronit †, Orthoklas
Nefedievit ?, ~ Montmorillonit
Neftgil †, Ozokerit
Nekoit 300
Nemalith 162
Nemaphyllit, *V* von Antigorit
Němecit (Kašpar 1941), wohl Hisingerit oder Canbyit
Nenadkevit 277
Nenadkevitschit 278
Neochrysolith †, Fayalit
Neocolemanit †, Colemanit
Neocyanit 284
Neodigenit 94
Neogastunit (Haberlandt 1950), Schrökkingerit von Gastein (Gastuna)
Neoglaukonit, *V* von Glaukonit
Neolith †, unreiner Serpentin
Neomesselit, Messelit
Neopurpurit *F*, Heterosit
Neotantalit †, Mikrolith
Neotesit †, teils Epigenit, teils Zersetzungsprodukt von Tephroit
Neotokit ?, Verwitterungsprodukt von Rhodonit, angeblich kolloidal
Neotyp †, Bariumcalcit
Nephelin 329
Nephrit 296
Nephritoid †, parallelfaseriger Nephrit
Nepouit 323
Neptunit 286
Nertschinskit, *V* von Halloysit
Neslit †, Opal
Nesquehonit 178
Neudorfit 348
Neukirchit (Newkirkit) †, Gemenge, hauptsächlich Psilomelan und Polianit
Neuquenit, Asphalt
Neurolith, wohl *V* von Agalmatolith
Newberyit 240
Newboldit, Fe-haltige Zinkblende (Marmatit)
Newjanskit, Osmiridium, 79
Newportit †, Ottrelith
Newtonit †, Alunit
N'hangellit, *V* von Bitumen, ähnlich Coorongit
Niccochromit ?, fragliches Ni-Chromat, auf Zaratit
Niccolit, Nickelin, Rotnickelkies, 99
Nicholsonit 174
Nickel 80
Nickel-Antigorit 323
Nickelantimonglanz(-kies) †, Ullmannit
Nickelarsenglanz(-kies) †, Gersdorffit
Nickel-Asbolan, *V* von Asbolan mit 3,6% NiO
Nickelblüte 241
Nickel-Cabrerit (Meixner 1951), Mg-haltiger Annabergit mit 4,6—9,3% MgO
Nickelchlorit 317
Nickel-Chrysotil 323
Nickeleisen 33, 80

Nickelepsomit 202
Nickelglanz †, teils Gersdorffit, teils Ullmannit
Nickelgrün †, Nickelblüte
Nickelgymnit ~ Nickel-Antigorit
Nickelin 38, **99**
Nickelkies †, Millerit
Nickellinneit, Polydymit
Nickelmagnetit 105
Nickelmagnetkies, Gemenge von Pentlandit in Magnetkies
Nickelocker †, Nickelblüte
Nickelpyrit 113
Nickel-Saponit 313
Nickel-Skutterudit 117
Nickelsmaragd †, Zaratit
„Nickelspinell" 137
Nickelspießglanzerz †, Ullmannit
Nickeltalk (?) 303
Nickel-Vermiculit 313
„Nickelvitriol" 202
Nickelwismutglanz †, Gemenge von Linneit und Bismuthin
Nicolayit (Simpson 1930) †, Thorogummit (Frondel, Am. Min. **38**. 1953. 1007)
Nicomelan ?, ein fragliches Ni-Oxyd
Nicopyrit †, Pentlandit
Nifesit, feinkörniges Aggregat von Bravoit und Pentlandit, im Eisenblock von Ovifak
Nigerit 144
Niggliit 80
Nigrescit, *V* von Serpentin, grün bis schwarz
Nigrin 151
Nigrit ?, „Asphaltmineral"
Nilkiesel, brauner Kugeljaspis
Niobit 49, **155**
Niocalit 274
Nipholith †, unreiner Chiolith
Ni-Skutterudit, Chloantit
Niter 171
Nitrammit 171
Nitrat-Hydrotalkit 181
Nitratin †, Natronsalpeter
Nitrobaryt 171
Nitrocalcit 171
Nitroglauberit †, Gemenge von Natronsalpeter und Darapskit
Nitrokalit 53, **171**
Nitromagnesit 171
Nitronatrit 52, **170**
Nivenit 159
Nobilit ?, ähnlich Nagyagit
Nocerin 184
Nogizawalith (~ Oyamalith) 267
Nohlit †, zersetzter Samarskit von Nohl
Nolanit 160
Nolascit †, As-haltiger Bleiglanz
Nontronit 311
Noralith †, fast Mg-freier Barkevikit von Nora
Norbergit 63, **269**
Nordenskiöldin 52, **183**
Nordenskiöldit †, Grammatit
Nordit 285
Nordmarkit †, Staurolith (auch Gesteinsname!)
Norilskit, Legierung von Pt, Fe, Ni, Cu
Normalin †, Phillipsit
Normannit ~ Bismutit (Frondel 1943)
Northupit 176
Nosean 338
Noselith (Nosin) †, Nosean
Noumeait †, Garnierit
Nováčekit 253
Novoelpidit, Name ohne nähere Beschreibung
Nuevit †, Samarskit (J. Murdoch 1951)
Nuolait, innige Verwachsung zweier NbTaTi-Mineralien
Nussierit, As-haltiger Pyromorphit von Nussière
Nuttalit †, ein Mejonit

O

Oakit †, Lithiophorit
Oborit ?, rhomboedr., $\measuredangle$ (0001) : (1010) = 51° 12′, gute Spaltbarkeit, enthält vielleicht seltene Erden
Obruchewit, (Y, U, Na_2)Ta_2O_6(OH, F) – wohl Gerasimowsky 1956 (Ref. in Am. Min. **42**. 1957. 307)
Ochran, gelber Bol von Oravicza
Ochroit, Cerit
Ochrolith †, Nadorit (Sillén und Melander 1941)
Ocker, gelber, 163
Odenit (Odith, Odinit) †, Biotit von Finbo

Odontolith, *V* von Kollophan, hauptsächlich aus Zähnen entstanden
Oehrnit †, veränderter Pyroxen
Oerstedit †, radioaktiv veränderter Zirkon
Offretit, Phillipsit, 344
Ogkoit (Ogkonkoit), Fe-reicher Prochlorit
Oisanit †, teils Epidot, teils Anatas
Okenit 300
Oktaedrit †, teils Anatas, teils Meteoritenfamilie
Oktobolit 291
Oktophyllit, Gruppenname für Glimmer vom Formeltypus Phlogopit, Biotit, Zinnwaldit usw. (vgl. Heptaphyllit)
Olafit †, Albit
Oldhamit 40, **100**
Oligoklas 333
Oligonit, Oligonspat, Oligonsiderit †, Manganosiderit
Oliveirait (?), ungefähr $3\,ZrO_2 \cdot 2\,TiO_2 \cdot 2\,H_2O$, amorph, vielleicht sekundäres Produkt von Euxenit
Olivenerz †, teils Libethenit, teils Olivenit, teils Pharmakosiderit
Olivenit 63, **228**
Olivin 59, **261**
Öllacherit 304
Ollit (Topfstein) †, Gemenge von Talk mit Chlorit
Olyntholith †, Grossular
Omphacit 291
Ondřejit (Kašpar 1944), Thaumasit
Onegit †, Goethit in Quarz vom Onegasee
Onkoit (Ogkoit) †, Fe-reicher Prochlorit
Onkophyllit †, aus Feldspat entstandener, schuppiger Muskovit
Onkosin †, Paragonit
Onofrit (Haidinger 1845) **95**
Onofrit (Köhler 1853) †, Köhlerit
Ontariolith, wohl *V* von Dipyr
Onyx 150
Ooguanolith (Hayes 1855, Hutchinson 1950), wohl *V* von Taylorit
Oolithe, Aggregate konzentrisch-schaliger Konkretionen, etwa hirsekorngroß
Oosit *P*, Gemenge (hauptsächlich Muskovit) pseudomorph nach Cordierit
Opal 148
Opalachat, gebänderter Opal
Opalallophan †, „Schrötterit" (Gemenge von Halloysit mit Variscit)
Opaljaspis †, Jaspopal
Opalkatzenauge, Opal mit Einschlüssen von Krokydolithfasern
Opalmutter †, mit Opal imprägniertes Gestein
Ophit, Serpentin
Orangit 266
Oranit †, perthitische Verwachsung von Orthoklas und Anorthit sowie anderer Feldspate
Oraviczit †, Zn-haltiger Ton von Oravicza
Ordoñezit 48, **152**
Orichalcit †, Aurichalcit
Orientalischer Amethyst †, violetter Korund
Orientalischer Girasol †, Sapphirkatzenauge
Orientalischer Smaragd †, grüner Korund
Orientalischer Topas †, gelber Korund
Orientit 270
Orileyit †, unreiner Domeykit
Orlit 277
Ornithit †, orientierte Pseudomorphose von Carbonat-Hydroxyl-Apatit nach Brushit (Frondel 1943)
Oropion †, braunschwarzer, weicher Bol
Oroseit †, Iddingsit
Orpiment, französ. Name für Auripigment
Orthit 282
Orthoamphibole 296
Ortho-Antigorit 322
Orthobromit †, Embolit
Orthochlorite 313
Orthochrysotil 322
Orthoklas 72, **334**
Orthopyroxene 292
Orthoriebeckit, fast schwarzer Riebeckit
Orthotaenit 80
Oruetit, Gemenge von Grünlingit + Bi (Garrido & Feo 1938); = Joseit (Peacock 1941)
Orvillit †, zersetzter Zirkon
Oryzit †, nadeliger Heulandit
Osannit 294
Osbornit 40, **81**
Oserskit †, säuliger Aragonit
Osmelith †, Pektolith

Osmiridium 34, **79**
Osmit 34, **79**
Osmium 79
Osteokolla †, zelliger Kalktuff
Osteolith, Phosphorit, vornehmlich aus Knochen entstanden
Ostranit †, veränderter Zirkon von Brevig
Ostwaldit, kryptokristalliner Chlorargyrit
Osumilith 289
Otavit 52, **173**
Otaylith ?, ~ „Bentonit"
Ottrelith (Descloizeaux & Damour 1842) **319**
Ottrelith (Wolff) †, Diallag
Ouatit †, Wad
Oulopholit †, blättriger Gips
Overit 249
Owenit †, Thuringit
Owyheeit 107
Oxacalcit †, Whewellit
Oxahverit †, Oxhaverit
Oxalit 346
Oxammit 346
Oxhaverit †, Apophyllit
Oxy-Apatit 236
Oxychildrenit 247
Oxyhornblende, teils basaltische Hornblende (Winchell 1932), teils wohl Hornblende mit O statt OH
Oxykertschenit ?, Oxydationsprodukt von Vivianit
Oxymagnit †, Maghaemit
Oyamalith 266
Ozarkit †, Thomsonit
Ozokerit (Erdwachs), Gemenge hochmolekularer Kohlenwasserstoffe

P

Pachnolith 126
Pagodit †, Agalmatolith
Paigeit 184
Painit 268
Painterit, ein grüner Vermiculit
Pajsbergit †, Rhodonit
Palacheit = Botryogen
Palait †, Huréaulith (Schaller 1946)
Paläoleucit †, „Ursprungsmineral" des Pseudoleucits
Paläonatrolith †, „Ursprungsmineral" des „Spreusteins"
Palermoit 229
Palladit 137
Palladium 33, **79**
Palladiumamalgam = Potarit
Palladiumgold, Porpezit
Pallit 250
Palmerit †, Taranakit (Bannister & Hutchinson 1947)
Palmierit 194
Palygorskit 328
Panabase, französ. Name für Tetraedrit
Pandermit = Priceit 187
Pantellarit †, Anorthoklas
Pantellerit, Gesteinsname
Papierkohle, dünn geschichtete Braunkohle
Papierspat, blättriger Kalkspat
Paposit *F*, Amarantit von Paposo
Paraaluminit 211
Para-Autunit 254
Parabayldonit, Mischkristall Duftit β und Konichalcit (C. Guillemin 1956)
Parabutlerit 209
Paracancrinit 338
Paracelsian 335
Parachrysotil 322
Paracolumbit †, Ilmenit
Paracoquimbit (Ungemach 1933) **202**
Paracoquimbit (Klvaňa 1881) †, Slavikit (Rost 1941)
Paradamin 228
Paradoxit, fleischroter Kalifeldspat in Adularform
Paraffinkohle, ähnlich Pyropissit
Paragearksutit 125
Paragonit 303
Paraguanajuatit 90
Parahilgardit 189
Parahopeit 239
Parailmenit †, Ilmenit
Parajamesonit 110
Parakaolinit (Serdjutschenko 1945), Endglied einer hypothetischen isomorphen Reihe Kaolinit-Serpentin
Parakobellit †, unreiner Bleiglanz
Para-Kupferglanz, α-Cu_2S pseudomorph nach Neodigenit
Paralaurionit 131
Paralogit †, Mizzonit
Paramelakonit, Paratenorit

Paramontmorillonit ?, ähnlich „Bergkork"
Paramontroseit 163
Parankerit †, Ankerit mit etwas mehr Mg
Paranthin †, Mizzonit
Para-Rammelsbergit 115
Paraschoepit, Schoepit, 166
Parasepiolith †, Sepiolith
Para-Silberglanz, α-Ag_2S pseudomorph nach β-Ag_2S
Parasit †, getrübter Boracit
Parastilbit †, Epidesmin
Parasymplesit 241
Paratakamit 128
Paratenorit 136
Parathorit ~ Thorit, angeblich rhombisch
Parathuringit 317
Paratooit ?, Gemenge, AlFe···-Phosphate mit H_2O, aus Guano
Para-Uranit 252/54
Paraurichalcit, teils Hydrozinkit, teils Rosasit, teils ?
Paravauxit 245
Paravivianit †, Vivianit mit Mg, Mn, Ca
Parawollastonit 298
Paredrit †, schwarze Favas von Rutil, mit 0,6% H_2O
Pargasit 295
Parianit †, Asphalt von Trinidad
Parisit 177
Parkerit 94
Parophit ?, ~ „Dyssintribit" (Gieseckit)
Parorthoklas †, Anorthoklas
Parryit ?, wasserhaltiges Ca-Silikat
Parsettensit 309
Parsonsit 256
Partridgeit (De Villiers 1943) **142**
Partschin (Partschinit) †, Spessartin
Partzit 146
Pascoit 257
Passauit †, Mizzonit, z. T. kaolinisiert
Passyit †, erdiger Quarz
Pastreit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957)
Patagosit ?, Kalkspat aus Schalen von Fossilien
Paterait ?, schwarzes, derbes Kobaltmolybdat von Joachimsthal
Paternoit 186
Patiñoit (M. C. Bandy 1949), gelbes Phosphat oder Arsenat ohne nähere Angaben
Patrinit †, Aikinit
Patronit 117
Pattersonit, ein Prochlorit, ~ Thuringit
Paulit †, Hypersthen von der Paulsinsel
Pavonit 105
Pazit †, S-haltiger Löllingit von La Paz
Pealit †, Geyserit (Opalsinter)
Pearceit 105
Pechblende 159
Pechkohle †, glänzende Braun- oder Schwarzkohle
Pechkupfer †, „Kupferpecherz"
Pechuran †, rotes = Gummit, schwarzes = Uranpecherz
Peckhamit, wahrscheinlich Gemenge von Enstatit und Olivin
Peganit †, Variscit
Pegmatolith †, Orthoklas
Pektolith 298
Pelagit, Manganoxydknollen vom Meeresboden
Pelagosit †, unreiner Aragonit
Pelhamin †, Serpentin
Pelhamit *V*, Jefferisit von Pelham, Mass.
Peligotit 214
Pelikanit ~ Cimolit
Pelinit ?, wasserhaltiges Al-Silikat der Tone
Peliom †, Cordierit
Pelionit †, Kännelkohle vom Mt. Pelion
Pelokonit †, Wad
Pelosiderit †, toniger Siderit
Pencatit, Marmor mit Brucit, Hydromagnesit und Periklas (Gestein!)
Penfieldit 132
Pennait (D. Guimarães 1948), ein triklines Silikat von Na, Ca, Mn, Fe, Zr, Ti; nach M. Fleischer (1949) vielleicht verwandt mit Guarinit
Pennantit 317
Pennin 315
Pennit †, Hydrodolomit
Penroseit 113
Pentahydrit 200
Pentahydrocalcit ?, angeblich $CaCO_3 \cdot 5\,H_2O$
Pentaklasit †, Pyroxen
Pentlandit 93
Penwithit †, verwitterter Rhodonit

Peploit *P*, zersetzter Cordierit, ähnlich Pinit
Percivalit, grüner Natronpyroxen
Percylith 130
Perdell †, gelblichgrüner Topas
Peridot 262
Periklas 40, 44, **136**
Periklin 333
Peristerit †, klarer Albit
Perlglimmer 304
Perlsinter (Fiorit) †, Opalsinter
Perlspat, teils Aragonit, teils Dolomit
Perowskit 45, **145**
Perowskyn †, Triphylin
Perplexit (Marshall 1946), ein undefinierter kompakter Zeolith
Perrierit 282
Persbergit *P*, Umwandlungsprodukt von Nephelin, ähnlich Pinit (?)
Perthit 334
Peruvit †, Schapbachit
Pesillit †, Braunit von Pesillo
Petalit 330
Petroleum, Gemenge flüssiger Kohlenwasserstoffe
Petterdit †, Mimetesit
Pettkoit †, Voltait
Petzit 88
Pfaffit, teils Bindheimit, teils Jamesonit
Pfeifenstein (Catlinit), ein Ton
Phäaktinit ~ Delessit
Phaestin †, zu Talk verwitterter Bronzit
Phakelit, Kaliophilit
Phakolith, *V* von Chabasit
Pharmakochalcit †, Olivenit
Pharmakolith 53, **243**
Pharmakopyrit †, Löllingit
Pharmakosiderit 250
Phenakit 261
Phengit 304
Philadelphit 305
Philipstadit †, gemeine Hornblende
Phillipit 203
Phillipsit 344
Phlogopit 304
Pholerit (Pholidit) †, grobkristalliner Dickit
Pholidolith ?, wohl F-freier tonerdearmer Phlogopit
Phönicit, Phönikochroit
Phönikochroit 215
Phonit †, Eläolith
Phosgenit 178
Phosphatallophan, phosphathaltiger Allophan
Phosphat-Schultenit, synthet. 224
Phosphocerit †, Monazit
Phosphochromit †, Gemenge von Laxmannit mit Pyromorphit
Phosphoferrit 237
Phospholith †, Phosphorit
Phosphophyllit 239
Phosphor 82
Phosphoralunogen 202
Phosphorblei †, Pyromorphit
Phosphorchromit †, Vauquelinit
Phosphoreisensinter ~ Diadochit
Phosphorgummit †, Gummit
Phosphorit 235
Phosphorkupfererz †, Gemenge, hauptsächlich Dihydrit
Phosphormangan †, Triplit
Phosphormimetesit 236
Phosphorochalcit, Pseudomalachit 230
Phosphorrößlerit 241
Phosphosiderit 238
Phosphoskorodit 238
Phosphuranylit 255
Phosphyttrit †, Xenotim
Photicit †, unreiner Rhodonit
Photolith †, Pektolith
Phyllit †, Ottrelith (hauptsächlich jedoch Gesteinsname)
Phyllochlorit 317
Phylloretin, ähnlich Könleinit, Bestandteil eines Harzes
Physalit (Pyrophysalit) †, undurchsichtiger Topas
Phytokollit, gelatinöses, fossiles Harz
Piauzit 348
Picit 248
Pickeringit 203
Picotit 138
Pictit †, Titanit
Piddintonit, Gemenge von Silikaten, hauptsächlich Hypersthen, aus den Meteoriten von Shalka, Bengalen, gef. 1850
Piedmontit, Piemontit
Piemontit (Kenngott 1853) **282**
Pierrepontit ?, Fe-Turmalin
Pietricikit 348
Pigeonit 290

Pigeonitaugite, Klinopyroxene zwischen Augiten und Pigeoniten
Pigotit 347
Pihlit ?, nahe Cymatolith, vielleicht ein Gemenge, von Sala
Pikranalcim *F*, ein falsch analysierter Analcim
Pikroalunogen †, unreiner Pickeringit
Pikroamosit †, kein Amosit, sondern ein Anthophyllit
Pikrochromit †, Magnesiochromit
Pikrocrichtonit †, Mg-haltiger Ilmenit
Pikroepidot †, fälschlich als Mg-haltig bezeichneter Epidot
Pikrofluit †, Gemenge von Flußspat und einem fraglichen Mg-Silikat
Pikroilmenit 144
Pikroknebelit, *V* von Knebelit mit ca. 4% MgO
Pikrolith †, Antigorit
Pikromerit 206
Pikropharmakolith 242
Pikrophyll †, zersetzter Pyroxen von Sala
Pikrosmin †, Chrysotil
Pikrotephroit †, Mg-haltiger Tephroit
Pikrothomsonit, *V* von Thomsonit
Pikrotitanit †, Pikroilmenit
Pilarit †, Gemenge von Chrysokoll und Kaolinit
Pilbarit 277
Pilinit †, asbestartiger Vesuvian; von Striegau
Pilit †, teils Aktinolith pseudomorph nach Olivin, teils „Zundererz"
Pilolith 328
Pilsenit, Wehrlit
Pimelit 313
Pinakiolith 184
Pinguit, *V* von Nontronit
Pinit 287, 304
Pinitoid *P*, Pinit mit Ton gemengt, pseudomorph nach Feldspat
Pinnoit 186
Pinolit †, Magnesit
Pintadoit 244
Piotin †, Saponit
Pirssonit 178
Pisanit 201
Pisekit (?), 160
Pisolith, Aragonit als Erbsenstein
Pissophan ?, ein AlFe-Gel mit SO_3
Pistazit †, Epidot
Pistomesit, *V* von Mesitinspat, Mg: Fe = 1 : 1
Pitkärantit *P*, umgewandelter Pyroxen, ~ Uralit
Pittasphalt, Gemenge von Kohlenwasserstoffen zwischen Petroleum und Asphalt
Pitticit (Hausmann 1813) **246**
Pitticit (Beudant 1832), „Glockerit", Siderogel mit adsorbierter H_2SO_4 (?)
Pittinit (Pittinerz) †, unreiner Gummit
Plaffeiit, fossiles Harz
Plagiocitrit †, wohl irrtümlich für kleine Kriställchen von Schwefel
Plagioklasgruppe 73, 332
Plagionit 110
Plakodin †, Maucherit als Hüttenprodukt
Plancheit 289
Planerit 249
Planoferrit 211
Plasma 150
Platin 33, 79
Plattnerit 48, 151
Platynit 102
Plazolith, Hibschit
Plenargyrit ?, ähnlich Schapbachit
Pleonast, dunkler ferrohaltiger Spinell
Pleonektit †, Mimetesit mit etwas Sb
Plessit 80
Pleurasit †, Arseniopleit
Pleuroklas †, Wagnerit
Pleysteinit *F*, Fluellit
Plinian †, verzerrter Arsenkies
Plinthit, ein roter Ton, wohl hauptsächlich Nontronit
Plombierit 300
Plumbago †, teils Graphit, teils Bleiglanz
Plumballophan *P*, Bleiglanz pseudomorph nach Pyromorphit
Plumbjodit †, Schwartzembergit
Plumbobinnit †, Dufrenoysit
Plumbocalcit 173
Plumbocolumbit 158
Plumbocuprit †, Gemenge von Chalkosin und Bleiglanz
Plumbodolomit, Dolomit mit Bleigehalt
Plumboferrit 140
Plumbogummit 234
Plumbojarosit 197

Plumbomanganit ?, Sulfid von Mn und Pb
Plumbomangit †, Gemenge von Bleiglanz mit anderen Erzen
Plumbonakrit †, unreiner Hydrocerussit
Plumboniobit 158
Plumboresinit, Plumbogummit
Plumbostannit †, Gemenge von Bleiglanz und Zinnkies
Plumbostibit †, faseriger Boulangerit
Plumbosynadelphit 231
Plumosit (Federerz), Habitusbezeichnung für filzig-faserige Bleiantimonspießglanze, „Plumosit" von Trepča = *V* von Boulangerit
Plusinglanz †, Argyrodit
Podolit ~ Dahllit
Poechit, manganreiches Eisensiliziumgel
Poikilit, Poikilopyrit †, Buntkupfererz (Poikilit auch Bezeichnung für Gesteinsgefüge)
Polianit 151
Polierschiefer, schiefriger Tripel
Pollucit 331
Polyadelphit †, Andradit
Polyargit †, zersetzter Anorthit
Polyargyrit ?, angeblich $Ag_{24}Sb_2S_{15}$ und kubisch, wohl Silberglanz verwachsen mit Polybasit oder Pyrargyrit
Polyarsenit †, Sarkinit
Polybasit 105
Polychroilith †, Umwandlungsprodukt von Cordierit
Polychroit †, Cordierit
Polychrom †, Pyromorphit
Polydymit 112
Polyhalit 207
Polyhydrat = Bassanit
Polyirvingit, ein Lithiumglimmer
Polyhydrit ? (†), angeblich $(Ca, Mn)_3(Fe, Al)_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$, amorph
Polykras 156
Polykrasilith †, Zirkon
Polylith †, schwarzer Augit
Polylithionit 305
Polymignit 156
Polysphärit 236
Polytelit (Glocker 1847) ?, ein Sulfoantimonit von Pb, Zn, Ag, Fe
Polytelit (Kobell) †, Freibergit
Polyxen 79
Ponit †, Ferrorhodochrosit, Mn : Fe = 5 : 1
Poonahlith ?, „Punahlith" (*V* von Mesolith)
Porcellophit, meerschaumähnlicher Serpentin
Porpezit 78
Porrizin *V*, feinnadeliger Augit
Portlandit 51, **162**
Porzellanerde 326
Porzellanit, Porzellanspat †, zersetzter Skapolith
Porzellanjaspis, natürlich gefritteter Ton bzw. toniger Sandstein
Porzit (Porcelainit) = Mullit
Pošepnyit 348
Potarit 78
Pouzacit †, „Leuchtenbergit"
Powellit 54, **215**
Prasem 150
Praseolith †, zersetzter Cordierit, ~ Pinit
Praser †, Chrysopras
Prasilith ?, ~ Chlorit
Prasin, Prasinchalcit †, Ehlit
Prasochrom ?, grünes Umwandlungsprodukt von Chromit
Prasopal 150
Predazzit, Marmor mit Brucit, Hydromagnesit und Periklas (Gestein!)
Pregrattit †, teils Paragonit, teils Margarit; feinschuppig
Prehnit 284
Prehnitoid †, teils Marialith, teils unreiner Prehnit
Preslit †, Tsumebit
Přibramit †, teils Cd-haltige Zinkblende, teils „Samtblende"
Priceit 187
Priderit 153
Priguinit 217
Prjevalskit 254
Prilepit, fossiles Harz von Prilep
Priorit 156
Prismatin 268
Prixit, faseriger Mimetesit (C. Guillemin, J. Prouvost & M. Wintenberger 1955)
Probertit 187
Prochlorit 316
Proidonit, SiF_4 vulkanischer Exhalationen
„Prokoenenit" 129
Prolektit †, Norbergit

Pro-Mullit (Comeforo, Fischer & Bradley 1948) = Metakaolin

Prosopit 124

Protheit ?, ~ Fassait

Protobastit, Bronzit, der infolge beginnender Zersetzung eine abweichende optische Orientierung zeigt

Protocalcit = Lublinit

Protochlorit, Orthochlorit

Protodolomit 174

Protomelan, Psilomelan

Protonontronit ~ Nontronit, von Limburg

Protovermiculit 313

Proustit 111

Prunnerit †, chalcedonähnlicher Kalkspat

Psathyrit †, Xyloretinit

Psaturose †, Stephanit

Pseudoalbit †, Andesin

Pseudoapatelit (Magne 1942) **197**

Pseudoapatit *P*, Kalkphosphat pseudomorph nach Pyromorphit

Pseudoberzeliit, angeblich doppelbrechender Berzeliit

Pseudobiotit †, angewitterter Biotit

Pseudoboleit 130

Pseudobrookit 155

Pseudochalcedonit †, optische Varietät von Chalcedon

Pseudocopiapit (H. Ungemach 1935), *V* von Copiapit (Berry 1938)

Pseudocotunnit 131

Pseudodeweylith, Pseudogymnit

Pseudogaylussit *P*, Kalkspat in Pseudomorphosen

Pseudoglaukophan, *V* von Glaukophan

Pseudoheterosit †, Sicklerit

Pseudohypersthen †, Diallag

Pseudo-Jade, Pseudojadeit (Bleek), ein Mineral oder Kunstprodukt ähnlich Jadeit

Pseudojadeit (Clarke), eine hypothetische Komponente von Jadeit, $(Ca, Mg, Fe)Al_2Si_4O_{12}$

Pseudokaliophilit, entschwefelter Ultramarin, $a_0 = 8{,}95$ (W. Borchert & J. Keidel 1947)

Pseudokampylit †, tonnenförmiger Pyromorphit

Pseudokrokydolith †, Tigerauge und Falkenauge (verkieselter Krokydolith)

Pseudolaueit 245

Pseudolaumontit, Pseudomorphosen (?) nach Laumontit

Pseudolåvenit ?, wohl optische Varietät von Låvenit

Pseudoleucit *P*, Gemenge von Orthoklas und Nephelin pseudomorph nach Leucit

Pseudolibethenit, Libethenit

Pseudolith *P*, Talk pseudomorph nach Spinell

Pseudomalachit 230

Pseudomanganit *P*, Pyrolusit pseudomorph nach Manganit

Pseudomejonit (?), ~ Mejonit

Pseudomendipit †, Mendipit

Pseudomesolith †, Mesolith mit abweichenden optischen Eigenschaften

Pseudonatrolith ?, natrolithähnlicher Zeolith von Elba

Pseudonephelin †, Nephelin

Pseudonocerin ?, wohl mit Fluorit identisch

Pseudoorthoklas †, teils Sanidin (Rhyakolith), teils Anorthoklas

Pseudoozokerit †, Ozokerit

Pseudopalait †, Huréaulith 168 (Mason 1941)

Pseudoparisit †, Kordylit

Pseudophillipsit, Phillipsit mit abweichendem Verhalten bei der Entwässerung

Pseudophit †, teils Klinochlor, teils Pennin

Pseudopyrochroit †, Bäckströmit

Pseudopyrophyllit †, Gemenge von Pyrophyllit und Donbassit (E. K. Lazarenko 1952)

Pseudoskapolith *P*, Pyroxen pseudomorph nach Skapolith

Pseudosommit †, Nephelin

Pseudosteatit †, dunkelgrüner Halloysit

Pseudosuccinit, im Lösungsverhalten von Succinit verschieden

Pseudothuringit 316

Pseudotriplit *P*, Heterosit pseudomorph nach Triplit

Pseudowavellit †, Crandallit

Pseudowollastonit 298

Psilomelan 153

Psimythit †, Leadhillit

Psittacinit †, Mottramit (Strunz 1939)
Pterolith *P*, Gemenge von Glimmer, Aegirin u. a., entstanden aus Barkevikit
Ptilolith †, Mordenit
Pucherit 226
Puddingstein, Quarzkonglomerat (Gestein!)
Pufahlit †, Gemenge von Zinkblende und Teallit
Puflerit †, Desmin vom Puflerloch
Pulleit †, Apatitzwillinge
Pumpellyit 283
Punahlith (Poonahlith) †, Mesolith
Pulszkyit ?, ein hexagonales CuZn-Sulfat (Krenner in Tokody. Schweiz. Min. Petr. Mitt. **28**. 1948. 707)
Punamustein †, Nephrit
Purpurblende †, Kermesit
Purpurit 221
Purpurkupfer †, Bornit
Purpursapphir, violetter Korund
Puschkinit †, Epidot
Pyknit, stengeliger Topas der Zinnsteinvorkommen
Pyknochlorit 316
Pyknophyllit †, Sericit
Pyknotrop †, unreiner Serpentin
Pyrallolith *P*, Talk pseudomorph nach Pyroxen
Pyrantimonit †, Kermesit
Pyraphrolith †, Gemenge von Feldspat und Opal
Pyrargillit *P*, Umwandlungsprodukt von Cordierit, ~ Pinit
Pyrargyrit 112
Pyrauxit †, Pyrophyllit
Pyreneit †, Grossular mit graphitischen Einschlüssen
Pyrgom †, Fassait
Pyrichrolith †, Pyrostilpnit
Pyrit 40, **113**
Pyritogelit †, Melnikovitpyrit
Pyritolamprit (Arseniksilber) †, wohl Gemenge von Arsenopyrit und Dyskrasit
Pyroaurit 180
Pyrobelonit 233
Pyrochlor 146
Pyrochlor (Hayes) †, Mikrolith
Pyrochlor-Wiikit 147
Pyrochroit 51, **162**
Pyroguanit (Pyroklasit), *V* von Phosphorit
Pyroidesin †, massiger Serpentin
Pyroklasit †, *V* von Phosphorit (Gemenge von Kollophan und Monetit)
Pyrokonit †, Pachnolith
Pyrolusit 48, **151**
Pyromelan ~ Titanit
Pyromelin †, Morenosit mit etwas Mg
Pyromorphit 57, **235**
Pyrop 64, **265**
Pyrophan †, Feueropal
Pyrophanit 44, **144**
Pyrophosphorit †, Whitlockit
Pyrophyllit 69, **303**
Pyrophysalith, *V* von Topas
Pyropissit (Wachskohle), Gemenge wachsartiger Substanzen
Pyroretin, braunschwarzes, fossiles Harz
Pyrorthit †, zersetzter Orthit
Pyrosklerit, Pseudomorphose von Pennin nach Pyroxen
Pyrosmalith 326
Pyrosmaragd †, *V* von Flußspat
Pyrostibit †, Kermesit
Pyrostilpnit 112
Pyrotechnit †, Thenardit
Pyroxenfamilie 68, **289**
Pyroxenperthit, lamellare Verwachsung verschiedener Pyroxene
Pyroxmangit 297
Pyrrhit, Pyrochlor
Pyrrhoarsenit †, ein Mn-reicher Berzeliit
Pyrrholith †, zersetzter, blättriger Anorthit
Pyrrhosiderit †, Goethit
Pyrrhotin 39, **98**

Q

Quarz 46, **148**
Quarzin †, „Lutecin" (*V* von Chalcedon)
Quecksilber 78
Quecksilberfahlerz, Schwazit
Quecksilberhornerz †, Hornquecksilber
Quecksilberlebererz †, Gemenge von Ton, Zinnober, Idrialin, Kohle u. a.
Queenstownit, durch Meteoritenaufschlag glasartig geschmolzenes Gestein von Mt. Darwin, Tasmanien
Quellerz, *V* von Limonit
Quenselit 165

Quenstedtit 202
Quercyit, *V* von Kollophan
Querspießglanz †, Jamesonit
Quetenit, Botryogen
Quincyit ?, ~ Sepiolith, von Quincy
Quirlkies †, Safflorit
Quiroguit, Pseudomorphose von Bleiglanz nach einem unbekannten rhombischen Mineral (J. Doetsch, priv. Mitt. 1956)
Quisqueit †, vanadinreiche Braunkohle mit S-Gehalt

R

Rabbittit 182
Rabenglimmer, Fe-reicher Zinnwaldit
Racewinit 311
Radauit †, Labradorit vom Radautal
Rädelerz 106
Radiobaryt, *V* von Baryt, radioaktiv
Radiofluorit ?, angeblich Flußspat mit Ra-Gehalt
Radiolith †, radialer Natrolith
Radiophyllit 329
Radiotin ~ Serpentin, von Dillenburg
Rafaelit †, teils Paralaurionit, teils asphaltähnliches Mineral mit Vanadiumgehalt, ähnlich Albertit
Rahtit †, unreine Zinkblende
Raimondit, Jarosit oder Natrojarosit (A. A. Moss 1957)
Ralstonit 126
Ramdohrit 107
Ramirit †, Descloizit
Rammelsbergit 115
Ramosit, vulkanische Schlacke
Ramsayit 300
Ramsdellit 163
Ranciéit 164
Randannit (Randanit) †, Tripel, kaolinähnlich
Randit †, Gemenge aus Calcit, β-Uranophan und etwas Tyuyamunit (Frondel 1950)
Ranit †, ähnlich Hydronephelin, Gemenge von Pektolith und Spreustein
Rankinit 278
Ransätit *F*, Gemenge von Spessartin mit Quarz, Pyroxen und Haematit
Ransomit 203
Raphanosmit (Zorgit) †, Gemenge von Clausthalit, Umangit und Tiemannit
Raphilit †, Aktinolith
Raphisiderit †, Ilvait
Raphit †, Ulexit
Rapidolith †, Skapolith
Raseneisenerz, Limonit, unter der Humusdecke gebildet
Rasenläufer, am Tage ausbeißender Erzgang
Rashleighit 175
Rasorit, Handelsname für Kernit
Raspit 215
Rastolyt †, veränderter Biotit
Rathit 108
Ratholith †, Pektolith
Ratofkit †, Flußspat
Rauchquarz 149
Rauchtopas †, fälschlich für Rauchquarz
Rauhkalk †, Dolomit
Raumit †, veränderter Cordierit von Raumo
Rautenspat †, Dolomit
Rauvit 257
Razoumowskyn †, blauer und grüner Allophan, von Frankenstein
Realgar 117
Réaumurit (Rivait) †, Gemenge von Wollastonit und Glas, durch Entglasung von Lava entstanden
Rectorit 309
Reddingit 237
Redingtonit 203
Redondit 238
Redruthit †, Kupferglanz
Reedmergnerit 335
Refikit †, fossiles Harz
Regnolit †, Tennantit
Reichardtit †, Bittersalz
Reichit †, Kalkspat
Reinit *P*, Ferberit pseudomorph nach Scheelit
Reissacherit, Gasteiner Quellabsatz, teils chemisches Sediment (Aragonit, MnFe-Hydroxyde), teils mechanisches Sediment (Muskovit, Albit, Quarz, Chlorit, Biotit)
Reißblei †, Graphit
Reissit †, teils Epistilbit, teils Glaubersalz
Remingtonit †, teils Kobaltblüte, teils Co-Carbonat mit H_2O auf Serpentin
Remolinit †, Atakamit

Renardit 255
Renierit 96
Reniformit †, unreiner Jordanit
Rensselaerit *P*, Talk pseudomorph nach Augit
Repossit *F*, Graftonit
Resanit ?, grünes CuFe-Silikat
Restormelit ∼ Agalmatolith
Retgersit 200
Retinalith †, massiger Serpentin
Retinallophan †, Pitticit
Retinasphalt †, fossiles Harz
Retinit (Dana 1892) **348**
Retzbanyit (Herman) †, unreiner Cosalit
Retzian ?, basisches Arsenat von Mn, Ca und seltenen Erden
Retzit †, Laumontit
Reussin †, Glaubersalz
Reussinit 348
Rewdanskit (Hermann 1867) **323**
Reyerit ?, ∼ Gyrolith
Rezbanyit (Frenzel 1882) **107**
Rhabdionit, *V* von Wad
Rhabdit 81
Rhabdophan 225
Rhabdopissit (Christophovich 1927), braunes bituminöses Material in Kohlen von Sibirien
Rhagit †, Atelestit (Frondel 1943)
Rhastolith †, angewitterter Biotit
Rhätizit †, Disthen in farblosen wirrstrahligen Aggregaten
Rhenit †, Pseudomalachit
Rhipidolith 316
Rhodalit, durch Fe rosa gefärbter Ton von Antrim (Gestein!)
Rhodhalose †, Bieberit
Rhodesit 341
Rhodit 78
Rhodium 79
Rhodizit 185
Rhodoarsenian ?, ein Arsenat
Rhodochrom, chromhaltiger Orthochlorit
Rhodochrosit 52, **172**
Rhodoit (Koechlin) †, Rhodoial, Rhodoïse, Erythrin
Rhodolith †, Pyrop
Rhodonit 297
Rhodophosphit †, Mn-haltiger Apatit
Rhodophyllit †, Chromchlorit
Rhodotilit †, Inesit
Rhodusit, *V* von Crossit
Rhombarsenit †, Claudetit
Rhomboklas 202
Rhönit 296
Rhyakolith †, Sanidin
Ribeirit (Florencio 1952), ein Hydroxyl-Zirkon
Richellit 250
Richetit 166
Richmondit (Skey), Gemenge von Freibergit, Bleiglanz, Zinkblende u. a.
Richmondit (Kenngott 1866) **240**
Richterit 294
Rickardit 88
Ricolith †, Serpentin
Riebeckit 294
Riemannit †, Allophan
Rilandit †, Gemenge, ungefähr Al_2O_3 $2Cr_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 5H_2O$; zeigt röntgenographisch Beidellit- und starke andere Linien
Rimpylith, *V* von Hornblende
Rinkit 274
Rinkolit 274
Rinneit 127
Rionit, Riolith †, teils Bi-Fahlerz, teils „Culebrit"
Riponit †, trüber Marialith von Ripon
Risörit 157
Risseit †, Aurichalcit
Rittingerit †, Xanthokon
Rivait (Réaumurit †), Gemenge von Wollastonit und Glas, wohl durch Entglasung von Vesuvlava entstanden
Riversideit 299
Rivotit †, Gemenge von Malachit und Stibiconit
Rizopatronit †, Patronit
Robellazit ?, enthält V, Nb, Ta, W, Al, Fe, Mn
Robertsonit, kolloidales Zinksulfid (vgl. Brunckit)
Robinsonit 109
Rochlandit †, Serpentin
Rochlederit 348
Rockbridgeit 229
Rocklandit †, *V* von Serpentin
Roeblingit 272
Roepperit 262 (teils auch Mn-Carbonat)

Rogenstein (Oolith), Aggregat kleiner Konkretionen
Rogersit ?, teils Zersetzungsprodukt von Samarskit, teils (†) Lausenit (Sulfat)
Romanèchit †, teils Psilomelan (C. Frondel & E. Wm. Heinrich 1942), teils Kryptomelan (Gruner 1943)
Romanzovit †, Hessonit
Romein †, Roméit
Roméit 146
Römerit 203
Röntgenit 177
Rooseveltit 225
Rosasit 176
Roscherit 249
Roscoelith 304
Roseit †, veränderter Muskovit, ein Vermiculit (?)
Roselith 242
Rosellan (Rosit, Svanberg 1840) †, zersetzter Anorthit
Rosenbuschit 273
Rosenit †, Plagionit
Rosenquarz 149
Rosenspat †, Manganspat
Rosickyit 84
Rosieresit 249
Rosinca *HN*, ein Rhodochrosit aus Südamerika
Rosit (Huot) †, Wolfsbergit
Rosit (Svanberg 1840) †, pinitisches Material pseudomorph nach Anorthit (Rosellan)
Rosolith †, rosa Grossular
Rossit 256
Rößlerit-Reihe 241
Rosstrevorit †, radialfaseriger Epidot
Rosterit, optische Varietät von Beryll
Rosthornit 348
Rotbleierz 214
Rotbraunstein †, Rhodonit
Roteisenerz 144
Rötel 144
Rotgültigerz 111, 112
Rothoffit †, Mn-haltigerAndradit
Rotkupfererz 135
Rotnickelkies 38, 99
Rotspießglanz 104
Röttisit 232
Rotzinkerz 135
Roubschit †, Magnesit
Roweit 183
Rowlandit 277
Royit †, ein dunkel erscheinender Quarz mit Einschlüssen von Limonit und Biotit
Rubellan 305
Rubellit 288
Rubicell †, orangegelber Spinell
Rubidiummikroklin *V*, mit ca. 3 Gew.-% Rb_2O
Rubiesit, wohl Gemenge von Sulfiden, von Serrania de Ronda
Rubin 144
Rubinblende, teils *V* von Zinkblende, teils (†) Rotgültigerz
Rubineisen †, Lepidokrokit
Rubingirasol, Rubinkatzenauge
Rubinglimmer 164
Rubinspinell, *HN* für blutroten Spinell
Rubislit, wohl grüner Chlorit
Rubrit 203
Rumänit 348
Rumongit (Bracewell 1950) †, Ilmenorutil
Rumpfit 316
Russellit 142
Rustit = Ayasit
Rußkobalt, *V* von Asbolan
Rutenit †, Jaipurit
Ruthenium 79
Ruthenosmirid(ium) 79
Rutherfordin 181
Rutherfordit ~ Fergusonit
Rutil 47, 151

S

Saamit, *V* von Apatit mit SrO und 3—5% seltenen Erden
Sabugalit 252
Saccharit †, zuckerkörniges Gemenge von Plagioklas und Quarz im Serpentin
Safflorit 115
Safranit †, als Handelsname für gebrannten Amethyst (Citrin) vorgeschlagen, aber nicht angenommen
Sagenit 151
Sahamalith 175
Sahlinit 236
Sahlit †, Salit (Pyroxen von Sala)
Sakiit = Hexahydrit
Salaït †, Salit

Salammoniak, Salmiak, **120**
Salammonit †, Salmiak
Saldanit †, Alunogen
Saléeit 252
Salesit 61, **168**
Salit 291
Saliter †, Kalksalpeter
Salmiak 42, **120**
Salmit, *V* von Chloritoid, Mn-haltig
Salmoit ?, vermutlich ein basisches Zinkphosphat
Salmonsit 237
Salvadorit †, verzwillingter Kröhnkit von Quetena, Chile (Gordon 1940)
Salzkupfererz †, Atakamit
Samarskit 158
Samarskit-Wiikit 147, **158**
Samiresit, Uran-Pyrochlor
Samoit ?, teils ~ Montmorillonit, teils ~ Labradorit
Sampleit 251
Samsonit 112
Samtblende (Samteisenerz), hauptsächlich Nadeleisenerz, teils Lepidokrokit
Samterz †, Lettsomit
Sandarac(h)at, Realgar
Sanbornit 302
Sandbergerit †, teils Zn-haltiger Tennantit, teils angewitterter Muskovit
Sanderit 200
Sanfordit †, Rickardit
Sanguin †, Haematit
Sanguinit ?, unbekanntes Ag-Sulfarsenit, ~ Proustit
Sanidin 334
Sanmartinit 215
Santilith †, Opalsinter
Saponit 312
Sapparit †, Disthen
Sapperit, „mineralische Cellulose"
Sapphir 144
Sapphirin 268
Sapphirquarz, durch Krokydolitheinschlüsse blauer Quarz
Sapromyxit †, Kohle mit Algenstrukturen
Sarawakit ?, wahrscheinlich ein Antimonoxychlorid
Sarcit ~ Leucit, von Schottland
Sarder, bräunlicher Karneol
Sardinian †, Anglesit vom Monte Poni angeblich monoklin
Sardonyx, schwarz und weißer Bandachat
Sarganzit †, Braunit von Sarganz
Sarkinit 227
Sarkolith (Vauquelin 1807) †, Gmelinit
Sarkolith (Thompson 1807) **339**
Sarkopsid 228
Sarmientit (Angelelli Gordon 1941), $Fe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH|SO_4|AsO_4]\cdot 5H_2O$, D = 2,58, von der Grube Santa Elena, Provinz San Juan, Argentinien; sollte nach Fleischer (1942) mit Pitticit verglichen werden
Sarospatit (U. Hofmann, J. Endell & H. Maegdefrau 1943), wohl *V* von Illit, von Sarospatak
Sartorit 108
Sasbachit ?, zweifelhafter Zeolith von Sasbach
Sassolin 165
Sätersbergit †, Löllingit
Saualpit †, Zoisit
Sauconit 313
Saussurit 333
Savit †, Natrolith
Savodinskit †, Hessit
Saynit †, Gemenge von Linneit, Millerit und Wismutglanz
Scacchit (Adam 1869) **122**
Scacchit (Nordenskiöld) †, Monticellit
Scacchit (Napoli 1859) ?, ziegelrotes Pulver auf Vesuvlava
Scacchit (Palmieri 1861) †, sehr zweifelhaftes Bleiselenid
Scarbroit ?, Al-Silikat mit H_2O von Scarborough, ~ Collyrit
Scawtit 298
Sc-Beryll 287
Schadeit ?, angeblich amorpher Plumbogummit
Schafarzikit 148
Schaffnerit †, Mottramit
Schairerit 198
Schalenblende 97
Schallerit 326
Schanjawskit ?, ~ Alumogel
Schapbachit (Kenngott 1853) **101**
Scharizerit 348
Schätzellit †, Sylvin

Schaumkalk, Schaumspat *P*, schuppiger Aragonit, pseudomorph nach Gips (Schaumkalk auch Gesteinsname)

Scheelbleispat †, Stolzit

Scheelerz †, Scheelit

Scheelit 54, **216**

Scheelitin †, Stolzit

Scheelspat †, Scheelit

Scheererit 348

Schefferit 291

Scherbakowit 278

Scherbenkobalt, *V* von Arsen

Schernikit †, Muskovit

Schertelit 243

Scheteligit 158

Schieferspat †, blättriger Kalkspat

Schilfglaserz †, Freieslebenit

Schilkinit (Merkulowa 1939) **308**

Schillerspat 292

Schirmerit (Endlich) †, Gemenge mit Au, Ag, Te, Fe

Schirmerit (Genth 1874) **108**

Schischimskit (Schilin 1940), Perowskit-Spinell-Magnetit-Haematit

Schizolith 298

Schlackenkobalt †, Safflorit

Schlanit 348

Schmöllnitzit 199

Schneebergit, Roméit

Schneiderit †, Laumontit

Schoepit 166

Schoharit †, faseriger Baryt, mit Quarz gemengt

Scholzit 237

Schönit 206

Schörl 288

Schorlit (Hunt) †, Schörl

Schorlit (Klaproth) †, *V* von Topas (Pyknit)

Schorlomit, *V* von Melanit

Schorsuit (N. T. Winnetschenko 1956), wohl ein Mischkristall Pickeringit-Halotrichit (M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 441)

Schraufit 348

Schreibersit (Shepard 1846) ?, vermeintliches meteoritisches Cr_2S_3

Schreibersit (Haidinger 1847) **81**

Schrifterz †, Sylvanit

Schröckingerit 182

Schrötterit †, Gemenge von Halloysit mit Variscit

Schubnikowit (E. I. Nefedow 1955), Chloroarsenat von Cu, Ca, K, monoklin, $a_0 = 14{,}05$, $b_0 = 14{,}08$, $c_0 = 30{,}0$, $\beta = 90°$

Schuchardtit 323

Schuilingit (J. F. Vaes 1947), ungenügend beschriebenes CuPb-Carbonat

Schultenit 224

Schulzenit 162

Schulzit †, Geokronit

Schungit, hoch inkohlter Anthracit

Schützit †, Coelestin

Schwartzembergit 168

Schwarzbleierz †, dunkler Cerussit

Schwarzeisenerz †, Mackensit

Schwarzgültigerz †, Stephanit

Schwarzkupfererz †, Tenorit

Schwarzmanganerz †, teils „Psilomelan", teils Hausmannit

Schwarzsilberglanz †, Stephanit

Schwarzspießglanzerz †, Bournonit

Schwatzit (Kenngott 1853) †, Schwazit

Schwazit 96

Schwefel 35, **83**

Schwefelkies 113

Schwefelkobalt †, Linneit

Schwefeltellurwismut †, Tetradymit

Schweizerit †, massiger Serpentin, meist Chrysotil, seltener Antigorit; keine Röllchentextur (F.-J. Eckhardt, N. Jb. Min. Mh. 1956. 32)

Schwerbleierz †, Plattnerit

Schwerspat 53, **195**

Schwerstein †, Scheelit

Schwimmkiesel, schwammiger Opal organogener Entstehung

Scorzalith 229

Scotiolith (Arppe 1858), wohl *V* von Nontronit

Scoulerit †, Thomsonit

Scovillit = Rhabdophan

Seamanit 189

Searlesit 285

Sebesit †, Grammatit von Sebes

Seebachit, Na-reicher Chabasit

Seelandit *F*, Epsomit

Sefströmit, Gemenge von ein oder zwei metamikten Mineralien mit Rutil und Ilmenit (Bannister & Horn 1950)

Seifengold 77
Seifenstein, Saponit
Seifenzinn, gerollter Zinnstein, auf sekundärer Lagerstätte
Seladonit 304
Selbit (Grausilber) †, Gemenge von Silberglanz, Dolomit u. a.
Selen 84
Selenblei †, Clausthalit
Selenbleisilber †, Naumannit
Selenbleispat ?, „Kerstenit" (Dana)
Selenbleiwismutglanz †, Weibullit
Selencuprit †, Berzelianit
Selenio-Siegenit (Vaes 1947), *V* von Siegenit mit 11,65% Se und 3,80% Te
Selenio-Vaesit (Vaes 1947), *V* von Vaesit mit 13,70—19,70% Se
Selenit, Gips
Selenkobaltblei †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.
Selenkupfer †, Berzelianit
Selenkupferblei (Zorgit) †, Gemenge von Clausthalit, Umangit und Tiemannit
Selenkupfersilber †, Eukairit
Selenmerkur, Selenquecksilber †, Tiemannit
Selenobismutit †, Guanajuatit
Selenocosalit (Ödmann 1941), wahrscheinlich ein selenhaltiger Cosalit oder Galenobismutit
Selenojarosit (Fersman & Schubnikowa 1937), Jarosit mit ca. 0,20 % SeO_4 für SO_4
Selenokobellit (Ödmann 1941), selenhaltiger Kobellit von Boliden, $Pb_2(Bi, Sb)_2 (S, Se)_5$ (?) mit 5—6% Se
Selenolith 154
Selenquecksilberblei (Lerbachit) †, Gemenge von Clausthalit und Tiemannit
Selenquecksilberkupferblei †, Gemenge von Clausthalit und Umangit
Selenschwefel 84
Selenschwefelquecksilber †, Onofrit
Selensilber (-glanz) †, Naumannit
Selensilberblei †, Gemenge von Bleiglanz und Naumannit
Selentellur 84
Selenwismutglanz, Guanajuatit
Selfströmit = Sefströmit
Seligmannit 106
Sellait 48, 121
Selwynit ~ Bol, Cr-haltig
Semelin †, Titanit vom Laacher See
Semseyit 110
Senait 144
Senarmontit 141
Sengierit 255
Sepiolith 328
Serandit 298
Serbian †, Miloschin (wohl Cr-haltiger Bol)
Serendibit 275
Sericit 304
Serikolith †, „Atlasspat" (Kalkspat)
Šernikit †, Muskovit
Serpentin 322
Serpierit 211
Serpochlorit, *V* von Chlorit
Serpophit, dichter Serpentin
Serrastein †, streifiger Chalcedon
Sesquimagnesiaalaun †, verunreinigter Pickeringit
Settlingit 348
Severginit (Barsanow 1951), Axinit mit etwas mehr Mn als üblich (vgl. Tinzenit)
Severit †, Kaolinit von St. Sévère
Sexangulit ?, ~ Blaubleierz (Bleiglanz pseudomorph nach Pyromorphit)
Seybertit †, Clintonit
Seyrigit, Molybdoscheelit
Shandit 93
Shannonit = Monticellit (Tilley 1928)
Shanyavskit, siehe Schanjawskit
Sharpit 181
Shattuckit 289
Shepardit †, Brucit
Sheridanit 316
Shilkinit, siehe Schilkinit
Shinkolobwit †, Sklodowskit
Shishimskit, siehe Schischimskit
Shorsuit, siehe Schorsuit
Shortit 175
Shubnikovit, siehe Schubnikowit
Sialit, Gesteinsname für die Tone; sialitische Verwitterung im Gegensatz zur alitischen (bauxitischen) Verwitterung
Siberit †, Rubellit
Sicklerit 221
Siderazot 81
Sideretin †, Pitticit

Siderit (Haidinger) 52, **172**
Siderit (Moll 1797) †, Sapphirquarz
Siderit (Moll 1799) †, Lazulith
Siderit (Bergman) †, Pharmakosiderit
Siderit (Pinkerton) †, Hornblende
Siderite (Daubrée), Klasse der Eisenmeteorite
Sideroborin (Lagonit) †, Gemenge von Sassolin mit Limonit
Siderocalcit †, Fe-haltiger Dolomit
Siderochalcit †, Klinoklas
Siderochrom †, Chromit
Siderodot †, Eisenspat mit etwas Ca
Siderogel 164
Siderokonit †, mit Limonit verunreinigter Kalkstein
Sideronatrit 212
Siderophyllit 305
Sideroplesit †, Mg-haltiger Siderit
Sideropyrit †, Pyrit
Sideroschisolith †, Cronstedtit
Siderosilicit, wohl Gesteinsglas
Siderotantal †, Tantalit
Siderotil 200
Sideroxen †, Bertrandit
Siegburgit 348
Siegelerde, bolartiger Ton, von Lemnos und Sachsen
Siegenit 112
Sigtesit †, Gemenge von Albit und Eläolith von Sigtesö
Silaonit †, Gemenge von Guanajuatit und Wismut
Silber 33, **77**
Silberamalgam 78
Silberantimonglanz †, Miargyrit
Silberfahlerz, Freibergit
Silberglanz 92
Silberglas †, Silberglaserz †, Argentit und Akanthit
Silberhornerz †, Chlorargyrit
Silberjamesonit, Owyheeit
„Silberkies" 97
Silberkupferglanz †, Stromeyerit
Silberphyllinglanz ~ Nagyagit
Silberspießglanz †, Dyskrasit
Silberwismutglanz †, Schapbachit
Silesit, Gemenge von Hydroxyl-Cassiterit und chalcedonartigem Quarz
Silex, Silexit, dichte SiO_2-Mineralien
Silfbergit, teils *V* von Dannemorit, teils Mn-haltiger Magnetit, beide von Vester Silfberg/Schweden
Siliciophit †, mit Opal durchtränkter Serpentin
Silicit †, Labradorit
Silicoborocalcit †, Howlith
Silicocarnotit, $Ca_5[SiO_4 \mid (PO_4)_2]$ aus Schlacken, 264
Silico-Glaserit 264
Silicomagnesiofluorit ?, angeblich $Ca_4Mg_3H_2F_{10}Si_2O_7$, radialfaserige Aggregate
Silikat-Wiikit 147
Sillbölit †, radialfaseriger Aktinolith von Sillböl
Sillenit (Frondel 1943) **142**
Sillimanit 267
Silvestrit 81
Silvialith †, Sulfatskapolith
Simetit 348
Simlait †, Kaolinit
Simonellit 347
Simonyit †, Blödit
Simplotit 160
Simpsonit (Wade & Prider) †, Magnophorit (ein Klino-Amphibol)
Simpsonit (Bowley 1938) **155**
Sincosit 254
Sinhalit 61, **186**
Sinkanit †, Gemenge, hauptsächlich Bleiglanz
Sinopit, ein roter Ton aus Anatolien
Sipylit *F*, Fergusonit
Sismondin †, Chloritoid
Sitaparit 142
Sizilianit †, Coelestin
Sjögrenit (Krenner 1910) †, ein ungenügend bekanntes Fe-Phosphat
Sjögrenit (Frondel 1941) **180**
Sjögrufvit 244
Skapolith-Reihe 339
Skemmatit, Gemenge, hauptsächlich „Psilomelan" und Polianit, stark Fe-haltig
Skleretinit 348
Skleroklas, teils Sartorit, teil (†) Dufrenoysit
Skleroklas 108
Sklerospathit ?, wasserhaltiges FeCr-Sulfat, ähnlich Knoxvillit

Sklerotin 348
Sklodowskit 276
Skogbölit †, Tapiolith
Skolexerose †, Mejonit
Skolezit 340
Skolit 304
Skolopsit 338
Skorodit 238
Skotiolit †, Hisingerit
Skutterudit 117
Slavikit 210
Sloanit †, Natrolith (Frondel 1954, priv. Mitt.)
Smaltin, Skutterudit
Smaragd 287
Smaragdit, aktinolithische Hornblende
Smaragdmalachit †, Euchroit
Smaragdochalcit †, teils Atakamit, teils Dioptas
Smegmatit †, Montmorillonit
Smektit †, Montmorillonit
Smelit †, Kaolin
Smithit 105
Smithsonit 52, **172**
Smolianinowit (L. K. Yakhontowa 1956), ein CoNi-Arsenat ähnlich Erythrin-Annabergit (vgl. M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 307)
Smythit 99
Snarumit, *V* von Gedrit
Sobralit †, Pyroxmangit
Soda 178
Sodait †, Skapolith
Sodalith 338
Sodaniter 170
Soddyit 277
Soimonit †, Korund
Solfatarit †, teils Alunogen, teils Mendozit
Sombrerit †, *V* von Phosphorit (Gemenge von Kollophan mit Monetit, Brushit u. a.)
Somervillit †, teils Melilith, teils Chrysokoll
Sommairit 201
Sommait †, Leucit
Sommarugait †, Gersdorffit
Sommit †, teils Nephelin, teils Davyn
Sonnenstein 333
Sonomait 203
Sordavalit, ein Gesteinsglas (Diabaspechstein)
Soretit, optische Varietät von Pargasit
Sosmanit †, Maghaemit
Souesit 80
Soumansit †, Wardit
Souxit (Herzenberg 1946), Hydro-Cassiterit
Souzalith 246
Spadait 219
Spandit, Granat, zwischen Spessartin und Andradit
Spangit †, Phillipsit
Spangolith 210
Spaniolith †, Schwazit
Spanischer Topas, *V* von Citrin
Spargelstein, lichtgrüner Apatit
Spartait †, Manganocalcit
Spartalith †, Zinkit
Spathiopyrit †, Safflorit
Speckstein 303
Specularit 144
Speculit, ein AgAu-Tellurid, ~ Sylvanit
Speerkies, *V* von Markasit
Speiskobalt 117
Spencerit 245
Sperrylith 41, **113**
Spessartin 64, **265**
Speziait, Fe-reiche Hornblende, wohl *V* von Hastingsit
Sphalerit 94
Sphaerit ~ Variscit (R. M. Pearl 1950)
Sphaerodesmin, Desmin in Sphärolithen
Sphaerodialogit, sphärolithischer Rhodochrosit
Sphaerokobaltit 52, **172**
Sphaeromagnesit †, Magnesit in rosettenförmigen Aggregaten
Sphaerosiderit †, teils traubiger Siderit, teils toniger Siderit
Sphaerostilbit (~ Farölith) ~ radialfaseriger Thomsonit
Sphen 273
Sphenoklas †, Gemenge von Granat und Diopsid
Sphenomanganit †, Manganit mit sphenoidischem Habitus
Sphragidit (Siegelerde), bolartiger Ton
Spiauterit †, Wurtzit
Spiegelglanz †, „Wehrlit“ ~ Pilsenit
Spießglanzblei (-erz) †, teils Bournonit, teils Boulangerit u. a.
Spießglanzblende †, Kermesit

Spießglanzocker †, Cervantit
Spießglanzsilber †, Dyskrasit
Spinell 137
Spinellan †, Nosean
Spinellin †, Titanit
Spodiophyllit ?, angeblich ein glimmerartiges Mineral
Spodiosit *P*, Pseudomorphose von Apatit nach einem unbekannten Mineral
Spodumen 291
Spodumenamethyst †, Kunzit
Spodumensmaragd †, Hiddenit
Sporogelit †, Alumogel
Spreustein, wirrfaseriger Natrolith, Zersetzungsprodukt von Eläolith, Sodalith, Cancrinit
Sprödglaserz †, Stephanit
Sprödglimmer 70
Sprudelstein, Aragonitsinter, von Karlsbad
Spurrit 271
Staffelit †, Francolith (Sandell, Hey & McConnell 1939)
Stahlerz †, teils Ag-haltiger Arsenkies, teils derber, grauer Zinnober
Stahlkobalt ~ Glaukodot
Stainierit 163
Stanekit 348
Stängelkobalt †, Chloanthit
Stangenspat †, Baryt
Stangenstein (Pyknit) †, stengeliger Topas, vom Erzgebirge
Stannin 37, 95, 97
Stann(i)olith †, Zinnstein
Stannopalladinit 80
Stantienit 348
Stanzait †, Andalusit von Stanzen
Starkeyit 200
Starlit (Starlight) †, blauer Zirkon (als Handelsname vorgeschlagen)
Stasit, Dewindtit
Staßfurtit 185
Staszizit, Zn-haltiger Konichalcit gelförmiger Entstehung (H. Strunz, Z. Krist. **101**. 1939. 496)
Staurolith 268
Steadit (Sauveur), künstliches eutektisches Gemenge von Eisen und Schreibersit
Steadit (Kroll 1911), aus Schlacken, wohl Apatit mit Si, z. T. für P (Segnit, Min. Mag. **29**. 1950. 173)
Stealit †, Chiastolith
Steargillit †, Montmorillonit
Steatargillit 317
Steatit 303
Steatoid *P*, Serpentin nach Olivin
Steeleit (Steelit) †, Mordenit
Steenstrupin 273
Steigerit 240
Steinheilit †, Cordierit
Steinmannit †, unreiner Bleiglanz
Steinmark, hauptsächlich Nakrit, teils Kaolinit oder Halloysit
Steinsalz 40, 42, 119
Stellarit, Asphalt von Nova Scotia
Stellerit, Stilbit, 343
Stellit †, Pektolith
Stelznerit †, Antlerit
Stepanowit 346
Stephanit 105
Stercorit 243
Sterlingit †, teils Damourit (Muskovit), teils Zinkit
Sternbergit 98
Sternquarz 149
Sternrubin, Rubin mit Asterismus
Sternsapphir, Sapphir mit Asterimus
Sterrettit 246
Stetefeldtit 146
Stevensit 312
Stewartit (Schaller 1912) **245**
Stewartit (Sutton) †, magnetische, Fe-haltige Varietät von Diamantbort
Stibarsen 34, 81
Stiberit †, Ulexit
Stibianit †, Stibiconit
Stibiatil 148
Stibiconit 146
Stibilith †, Stibiconit
Stibin †, Stibnit
Stibiobismuthinit ?, wahrscheinlich ein Gemenge, ungefähr $(Bi, Sb)_4S_5$
Stibiobismutotantalit (Bandy 1951), *V* von Stibiotantalit mit 4% Bi_2O_3
Stibiocolumbit 157
Stibiodomeykit 87
Stibioenargit 97
Stibioferrit †, Gemenge, hauptsächlich Bindheimit und Jarosit (Mason & Vitaliano 1953)
Stibiogalenit †, Bindheimit

Stibiohexargentit ~ Dyskrasit
Stibioluzonit 97
Stibiomikrolith 147
Stibioniobit 157
Stibiopalladinit 87
Stibiotantalit 157
Stibiotriargentit †, Dyskrasit
Stiblith †, Stibiconit
Stibnit 40, **103**
Stichtit 180
Stiepelmannit = Florencit
Stilbit 342
Stilleit 37, **94**
Stillolith †, Opalsinter
Stillwellit 286
Stilobit †, Gehlenit
Stilpnochloran 309
Stilpnomelan 308
Stilpnosiderit 164
Stinkfluß, Antozonit, Flußspat mit freiem Fluor
Stinkkalk, bituminöser Kalkstein
Stinkquarz, bituminöser Quarz
Stinkspat 122
Stipterit †, Alunogen
Stirian †, Gersdorffit
Stirlingit †, Röpperit
Stöchiolith †, Dyskrasit
Stoffertit †, Brushit (Frondel 1943)
Stokesit 285
Stolpenit †, Montmorillonit von Stolpen
Stolzit 54, **216**
Strahlenblende, Wurtzit
Strahlenkupfer, Strahlerz †, Klinoklas
Strahlkies †, faseriger Markasit
Strahlstein 294
Strakonitzit *P*, Talk pseudomorph nach Pyroxen
Stratopeit †, verwitterter Rhodonit
Strelit †, Anthophyllit
Strengit 238
Striegisan †, Wavellit von Langenstriegis
Strigovit 317
Stroganowit (Hermann 1845), *V* von Mejonit
Strogonowit †, Stroganowit
Strohstein †, Karpholith
Stromeyerit 93
Strömit †, Manganspat
Stromnit †, Gemenge von Strontianit mit Baryt
Stromzinn †, Zinnstein aus Seifen
Strontianit 53, **174**
Strontiumaragonit, Sr-haltiger Aragonit (Mossottit)
Strontiumarsenapatit 236
Strontiumcalcit 173
Strontium-(Fluor-)Apatit 235
Strüverit (Zambonini 1907) **152**
Strüverit (Brezina) †, Chloritoid
Strunzit (Frondel 1957), faseriges strohgelbes Fe-Mn-Phosphat mit H_2O. aus USA, auch von Hagendorf, Pleystein und vom Hühnerkobel ($c_0 = 7{,}35$ Å), mit Laueit in zersetztem Rockbridgeit
Struvit 242
Stübelit, amorphes Silikat von Mn, Cu, Al, Fe
Studerit †, ein Bi-Fahlerz
Studtit 182
Sturtit, ungefähr $(Mn, Ca, Mg)_3Fe^{\cdots}H_3Si_4O_{14}\cdot 10H_2O$, amorph
Stüvenit ~ Mischkristall Mendozit-Pickeringit
Stützit †, Empressit (Thompson etc. 1951)
Stylobat (Stylobit) †, Gehlenit
Stylotyp(it), Tetraedrit
Stypterit †, Alunogen
Stypticit †, Fibroferrit
Suanit 185
Subdelessit †, Chamosit
Succinellit 348
Succinit 348
Sulfatmarialith 339
Sulfatmejonit 339
Sulfatskapolithe, Skapolithe mit SO_4-Gehalt
Sulfoborit 189
Sulfohalit 198
Sulfuricin(it) †, poröser Opal, imprägniert mit Schwefelsäure und einer Kohlenstoffverbindung
Sulfurit, teils angeblich amorpher Schwefel, teils natürlicher Schwefel überhaupt
Sulvanit 96
Sumpferz, in Sümpfen entstandener Limonit
Sundtit †, Andorit
Sundvikit †, Anorthit

Sungulit †, Serpentin von Sungul, Ural
Sursassit 269
Susannit †, Leadhillit
Sussexit 182
Svabit 57, **235**
Svanbergit 197
Swartzit 181
Swedenborgit 140
Switzerit, Schweizerit (*V* von Serpentin)
Sychnodymit †, Carrollit
Syhedrit †, Stilbit
Sylvan †, teils gediegen Tellur, teils Sylvanit
Sylvanit 89
Sylvin 40, **119**
Sylvinit, Gemenge von Sylvin und Steinsalz
Symplesit 241
Synadelphit 231
Synchisit 177
Syngenit 207
Syntagmatit †, eine basaltische Hornblende
Syssertskit, Osmit, 79
Szaboit †, Hypersthen
Szaibelyit 182
Szaskait †, Zinkspat
Szechenyit 294
Szepterquarz 149
Szmikit 199
Szomolnokit 199

T

Taaffeit 140
Tabbyit *HN*, ein Asphaltit
Tabergit †, Gemenge von Klinochlor und Biotit
Tablit, Tabulit (Lemoine 1950) †, Allevardit
Tachyaphaltit †, radioaktiv zersetzter Zirkon
Tachyhydrit 128
Tachylyt, basaltisches Glas (Gestein!)
Taeniolith 305
Taenit (Hitchcock) †, gestreifter Feldspat
Tagenit 80
Tafelspat †, Wollastonit
Tagilit 245
Talasskit 262
Talcit †, teils dichter Talk, teils dichter Muskovit
Talcoid ?, wohl Gemenge von Talk und Quarz
Talcosit ~ Talk
Talk 69, **303**
Talkapatit †, zersetzter Apatit
Talkchlorit †, zersetzter Klinochlor, Gemenge
Talk-Chlorit 315
Talkeisenerz †, Mg-haltiger Magnetit
Talkhydrat †, Brucit
Talkknebelit †, *V* von Knebelit mit MgO
Talkspat †, Magnesit
Talkspinell †, Magnesiospinell
Talksteinmark, Talk
Talktriplit †, Mg-haltiger Triplit
Tallaskit †, Talasskit
Tallingit †, Connellit (Bannister, Hey, Claringbull 1950), 129
Taltalit †, Gemenge von Turmalin und Cu-Erzen
Tamanit †, Anapait
Tamarit †, Chalkophyllit
Tamarugit 204
Tammelatantalit, Tapiolit
Tanatarit †, Diaspor (Gotman 1941)
Tangeit 232
Tangiwait †, Serpentin (Antigorit)
Tankelith †, Tankit (Haidinger)
Tankit (Haidinger) †, Xenotim
Tankit (Breithaupt 1829) †, Anorthit
Tannenit †, Emplektit
Tantal 33, Naturvorkommen bezweifelt
Tantalit 49, **155**
Tantalocker 160
Tantalohattchettolith, U-reicher Mikrolith
Tantalo-Rutil, Strüverit
Tantalpolykras, Polykras mit vorherrschendem Ta
Tantalpyrochlor, Mikrolith
Tanteuxenit ?, nicht Euxenit mit höherem Ta-Gehalt! (R. J. Arnott 1950)
Taosit †, Högbomit (Lapparent 1946)
Tapalpit 105
Tapiolit 48, **152**
Taramellit 300
Taramit 295
Taranakit 249
Tarapacait 61, **214**

Taraspit †, durch geringen Ni-Gehalt grüner Dolomitsinter
Tarbuttit 228
Targionit †, Sb-haltiger Bleiglanz
Tarnowitzit 174
Tartüffit †, bituminöser stengeliger Kalk, riecht beim Anschlagen nach Trüffeln
Tasmanit 348
Tatarkait ?, ungefähr (K, Na, Ca, Mg, Fe) $(Al, Fe)_3H_2[SiO_4]_3 \cdot H_2O$
Tauriscit 202
Tautoklin †, grauweißer Ankerit von Freiberg
Tautolith †, Orthit
Tavistockit 233
Tavorit 226
Tawmawit 282
Taylorit 194
Taznit †, Gemenge, hauptsächlich Wismutocker mit Kaolin
Teallit 102
Tecoretin †, Fichtelit
Teepleit (Doelter) †, dem Burkeit entsprechendes Kunstprodukt
Teepleit (Gale, Foshag & Vonsen) **190**
Teineit 214
Tekticit 202
Telaspirin †, Fe-haltiger Pyrit
Telegdit 348
Tellemarkit †, Grossular
Tellur 84
Tellurblei, Altait
Tellurgoldsilber †, teils Sylvanit, teils Petzit
Tellurit 49, **155**
Tellurnickel, Melonit
Tellurobismutit 90
Tellurocker, Tellurit
Tellurquecksilber, Coloradoit
Tellursilber (Tellursilberglanz) †, teils Hessit, teils Petzit
Tellursilberblei †, Sylvanit
Tellursilberblende †, Stützit
Tellursilberglanz †, Hessit
Tellurwismut (-glanz) †, Tetradymit
Tellurwismutsilber †, Tapalpit
Temiskamit †, Maucherit
Tengerit 179
Tennantit 95
Tenorit 136
Tephroit 61, **262**
Tephrowillemit †, Troostit
Tequezquit †, Gemenge von Soda, Steinsalz usw., als Ausblühung
Teratolith (sächsische Wundererde), lavendelblauer Bol
Terenit †, zersetzter Skapolith
Terlinguait 129
Termierit, wohl Gemenge von Anauxit und kolloidalem SiO_2 (Orcel, Hénin, Caillère 1956)
Ternärbleierz †, Leadhillit
Ternowskit, eine Alkalihornblende, ähnlich Riebeckit
Terpizit †, Kieselsinter
Terra di Siena (Hypoxanthit), eine Art Bol
Terra Lemnia (Siegelerde), Bol von Lemnos und Sachsen
Terra rossa, eisenreicher Bauxit
Tertschit 187
Teruelit †, schwarzer Dolomit von Teruel
Teschemacherit 172
Tesherogilith, Ilmenorutil von Tesherogi
Tesselit †, Apophyllit
Tesseralkies †, Skutterudit
Tetartin †, Albit
Tetradymit 90
Tetraedrit 95
Tetragophosphit ?, ein Phosphat ähnlich dem Lazulith
Tetraphylin †, Triphylin
Texalith †, Brucit
Texasit †, Zaratit
Thalackerit, *V* von Anthophyllit
Thalenit 277
Thalheimit †, Arsenkies
Thalit †, Saponit
Thallit †, Epidot
Thanit †, Gemenge von Kainit und Steinsalz
Tharandtit, Fe-haltiger Dolomit von Tharandt
Thaumasit 271
Thellit ?, angeblich ein Y-Silikat, von Brasilien
Thenardit 194
Theophrastit ?, Polydymit
Thermokalit †, Gemenge von Trona Thermonatrit, Nahcolith u. a.
Thermonatrit 178
Thermophyllit †, schuppiger Antigorit

Thierschit †, Whewellit
Thinolith *P*, Kalkspat pseudomorph nach unbekannten spitzpyramidalen Mineralien
Thioelaterit †, Elaterit mit 3% Schwefel, von Bolivia
Thjorsauit †, Anorthit
Thomait †, Manganosiderit
Thomsenolith 126
Thomsonit 340
Thoreaulith 158
Thorianit 42, **159**
Thorit 66, **266**
Thorogummit 66, **266**
Thorotungstit 161
Thortveitit 66, **277**
Thoruranin †, Bröggerit
Thraulit, *V* von Hisingerit
Thrombolith †, Pseudomalachit
Thucholith 159
Thuenit †, Ilmenit
Thulit, teils Mn-haltiger Zoisit, teils Mn-haltiger Epidot
Thumit †, Axinit von Thum
Thuringit 317
„Tialit" 155
Tibergit, Richterit mit Al und Fe, von Långban
Tielit = Tialit
Tiemannit 37, **94**
Tigerauge 150
Tikhvinit ?, ein SrAl-Phosphat-Sulfat, ähnlich Hamlinit
Tilasit 56, 66, **232**
Tilkerodit (Selenkobaltblei) †, Gemenge von Clausthalit, Kobaltglanz u. a.
Tilleyit 280
Timazit †, „Gamsigradit"
Tinkal, Borax, 186
Tinkalcit †, Ulexit
Tinkalkonit 186
Tinticit 246
Tinzenit, Axinit, 287
Tirodit 293
Tirolit 248
Titanantimonpyrochlor, Mauzeliit und Lewisit
Titanaugit 291
Titanbiotit 305
Titaneisen †, Ilmenit
Titaneisenglimmer †, blättriger Ilmenit
Titanglimmer, Wodanit
Titangranat, Ti-haltiger Granat
Titanhaematit, Haematit mit TiO_2 in fester Lösung
Titanhydroklinohumit, *V* von Titanklinohumit, F-frei
Titanioferrit †, Ilmenit
Titanit 66, **272**
Titanklinohumit 269
Titanmelanit ~ Melanit
Titanoelpidit = Labuntsovit (Semenow & Burowa 1955); früher als Varietät von Elpidit aufgefaßt
Titanohaematit 144
Titano-Låvenit, Låvenit mit höherem Titangehalt (11,3% TiO_2)
Titanolivin 262
„Titanomagnetit" 138
Titanomorphit †, Leukoxen
Titano-Thucholith, *V* von Thucholith
Titanpigeonit, *V* von Titanaugit
Titanspinell, Ulvit
Titanvesuvianit, *V* von Vesuvian
Tiza †, Ulexit
Tobermorit 299
Tocornalit †, wohl Gemenge von AgJ und HgJ_2
Toddit 155
Todorokit ?, angeblich $3(Mn_2O_3 \cdot 3MnO_2 \cdot 2H_2O) \cdot 2(RO \cdot MnO_2 \cdot 2H_2O)$ mit R = Ca, Mg, Ba, $Mn^{\cdot\cdot}$ u. a., vielleicht monoklin
Tolypit †, Fe-reicher Orthochlorit
Tomazit †, teils Pyrit, teils Gersdorffit
Tomit, Kohle mit Algenstruktur
Tomosit †, unreiner Rhodonit
Ton (Gestein!), Gemenge von Kaolinit, feinstem Quarzsand, Kalkspat u. a.
Toneisenstein (Gestein!), rot = Haematit mit Ton gemengt; braun = Limonit mit Ton gemengt
Tonerdehaltiger Strahlstein 294
Topas 268
Topazolith 265
Topfstein †, Gemenge von Talk und Chlorit
Torbanit †, Bituminit
Torbernit 252
Torendrikit 295
Törnebohmit 283
Torniellit, Allophanit

Torrelith †, teils Niobit, teils *V* von Jaspis
Torrensit †, Gemenge von $MnSiO_3$ und $MnCO_3$
Torreyit 209
Totaigit †, serpentinartiges Umwandlungsprodukt des Salits
Towanit †, Kupferkies
Trachyaugit, Na-haltiger, tiefgrüner Diopsid
Trainit ?, wohl Gemenge von Vashegyit und Natrolith (Handelsname)
Transvaalit 51, **162** (auch Gesteinsname!)
Trautwinit †, unreiner Uwarowit
Traversellit †, teilweise uralitisierter Diopsid
Traversit †, Iddingsit
Traversoit †, blauer Chrysokoll
Travertin, Kalktuff (Gestein)
Treanorit (Woodford 1944) ~ Allanit
Trechmannit 105
Tremenheerit †, Graphit
Tremolit 293
Trevorit 138
Trichalcit 239
Trichopyrit †, Millerit
Tridymit 47, **148**
Trieuit 163
Trigonit 167
Trihydrocalcit ?, angeblich $CaCO_3 \cdot 3H_2O$, schimmelähnlich
Triklasit †, zersetzter Cordierit
Trimerit 56, **329**
Trimontit *F*, Scheelit
Trinkerit 348
Tripel 150
Triphan †, Spodumen
Triphanit ?, ähnlich „Cluthalit"
Triphanspat †, Prehnit
Triphylin 55, **221**
Triplit 227
Triploidit 227
Triploklas †, Thomsonit
Tripolit †, Tripel
Trippkeit 147
Tripuhyit 48, **152**
Tritochorit †, Mottramit
Tritomit 286
Trögerit 253
Trogtalit 41, **113**
Troilit 99
Trolleit 229
Trömelit, ~ $7CaO \cdot 5P_2O_5$, Kunstprodukt
Trona 179
Troostit 261
Trudellit 210
Trüffelstein (Tartüffit) †, stengeliger Kalk
Truffit †, teils Tartüffit, teils faseriger Lignit
Truscottit 328
Tschkalowit 330
Tscheffkinit 283
Tschermakit †, teils Albit, teils Oligoklas
Tschermakit (Winchell 1945), hypothetisches „Tschermaksches Molekül" $Ca_2Mg_3Al_2[(OH) \mid AlSi_3O_{11}]_2$ der Amphibole
Tschermigit 204
Tschernichewit †, wahrscheinlich Na- und Fe-reicher Amphibol
Tscherskit ?, Manganmineral
Tschinglusuit, $2(Na, K)_2O \cdot 5(Mn, Ca)O \cdot 3(Ti, Zr)O_2 \cdot 14SiO_2 \cdot 9^1/_2H_2O$, amorph, schwarz pechglänzend
Tschirwinskit, ~ Schungit
Tsilaisit 288
Tsumebit 251
Tucsit (Steinmark) †, Nakrit
Tuhualith 284
Tungomelan, WO_3-haltiger Psilomelan
Tungspat †, Baryt
Tungstein †, Scheelit
Tungstenit 42, **116**
Tungstit 161
Tungsto-Powellit 216
Turanit 233
Turgit (Turit) †, Gemenge, hauptsächlich feindisperser Haematit mit adsorbiertem H_2O
Türkis 248
Turmalin-Reihe 288
Turnerit, Monazit alpiner Klüfte
Tuxtlit †, Mayait (Diopsidjadeit der Tuxtlastatuette aus der Maya-Kultur)
Tychit 176
Tyrit †, Fergusonit
Tysonit 122
Tyuyamunit 255

U

Uddevallit †, Ilmenit von Uddevalla
Uferit = Ufertit

Ufertit (Melkor 1956) ?, ein U-Fe-Ti-Oxyd (vgl. M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1956. 307)
Ugandit †, Bismutotantalit
Uhligit 145
Uigit ?, ~ Prehnit
Uintait ?, ein „Asphaltmineral"
Ulexit 187
Ullmannit 114
Ulmit 348
Ulrichit, Uraninit
Ultrabasit †, Diaphorit (Palache 1941)
Ultramarin, Lasurit, 338
Ulvit 138
Ulvöspinell, Ulvit
Umangit 91
Umbra, Gemenge von Bol mit Fe- und Mn-Hydroxyden
Umohoit 217
Ungemachit 212
Ungvarit (Unghwarit) †, ~ Chloropal
Unionit †, Zoisit von Unionville
Uraconit †, teils Zippeit, teils Uranopilit
Uralit 296
Uranatemnit †, Uranpecherz
Uranbleiglanz, Bleiglanz mit vorwiegend Uranblei (Isotop Pb^{206})
Uranblüte 213
Uranelain 348
Uranglimmer-Gruppe 251
Urangrün (Uranochalcit), Cuprosklodowskit
Uraninit 42, **159**
Uranit, Uranglimmer, 251
Urankalk †, Autunit
Urankalkcarbonat †, Uranothallit
Uran-Mikrolith 147
Uranniobit (Rose) †, Samarskit
Uranniobit †, Uranoniobit (Hermann)
Uranochalcit (Urangrün), Cuprosklodowskit
Uranocircit 253
Uranocker (Weisbach), Uranopilit **213**
Uranogummit †, Gummit
Uranolepidit †, Vandenbrandeit
Uranoniobit (Rose) †, Samarskit
Uranoniobit (Hermann) †, *V* von Uraninit
Uranophan 276
Uranopilit 213
Uranopissit †, Uranpecherz
Uranospathit 253
Uranosphärit 166
Uranospinit 253
Uranotantalit †, irreführend für Samarskit verwendet
Uranothallit = Liebigit, 181
Uranothorit 66, **266**
Uranotil, Uranophan
Uranpecherz 159
Uranphyllit †, Torbernit
Uran-Pyrochlor 147
Uranvitriol 213
Urao †, teils Trona, teils Thermonatrit
Urbanit 291
Urdit †, Monazit
Urgit, irrtümlich für Urhyt
Urhyt (R. W. Getsewa 1956), wohl ein Gemenge von Gummit mit Uranophan (vgl. M. Fleischer, Am. Min. **42**. 1957. 442)
Urpethit 348
Urusit †, Sideronatrit
Urvölgyit = Devillin (Meixner 1940)
Usbekit 237
β-Usbekit, „Usbekit" mit 4 statt $3\,H_2O$(?)
Ussingit 339
Ustarasit 111
Utahit †, Jarosit
Utahlith †, Variscit
Uvanit 257
Uvit 288
Uwarowit 64, **265**
Uzbekit, Usbekit
β-Uzbekit, β-Usbekit

V

Vaalit 309
Vaesit 41, **113**
Valencianit, Adular
Valentinit 141
Valleit †, Anthophyllit mit 5% CaO
Valleriit 103
Valuevit, Waluewit (Xanthophyllit)
Vanadinglimmer, Roscoelith
Vanadinit 57, **235**
Vanadinkupferbleierz †, „Chileit"
Vanadinocker 160
Vanadiolaumontit, Laumontit mit 2,5% V_2O_5
Vanadiolith ?, Ca-Vanadat-Silikat
Vanadit †, teils Descloizit, teils Vanadinit
Vanadomagnetit 138

Vandenbrandeit 166
Vandendriesscheit 166
Vandiestit †, Gemenge von Tellurobismutit und Hessit
Vanthoffit 193
Vanoxit 160
Vanuxemit †, Gemenge von Sauconit und Hemimorphit (Ross 1946)
Vargasit *P*, Talk pseudomorph nach Pyroxen
Variscit 238
Varlamoffit = Hydro-Cassiterit
Varulith 222
Varvicit †, teilweise zu Pyrolusit zersetzter Manganit
Vashegyit ?, ~ Evansit
Vaterit 173
Vauquelinit 214
Vauxit 245
Väyrynenit 226
Veatchit 187
Vegasit †, Plumbojarosit
Velardeñit, *V* von Gehlenit
Velikhovit, siehe Welichowit
Venasquit †, Chloritoid
Venerit †, Gemenge, hauptsächlich zersetzter Chlorit
Verdelith 288
Vermiculit-Reihe 312
„Vermiculit-Chlorite" 318
Vermontit †, Danait
Vernadit 154
Vernadskyit 209
Veronit †, Seladonit
Verrucit ?, ein Zeolith
Vesbin, Mottramit (Zambonini & Carrobbi 1927); Volborthit (Guillemin 1957)
Vésigniéit 234
Vestan ?, angeblich triklines SiO_2
Vesuvian 283
Veszelyit 248
Viandit †, Opalsinter
Viellaurit †, Gemenge von Tephroit und Rhodochrosit
Vierzonit †, teils pulveriger Opal, teils Melinit
Vietinghofit †, Fe-haltiger Samarskit
Vignit †, Gemenge, hauptsächlich Magnetit und Siderit, von Vignes
Vilateit ?, wohl Mn-haltiger Phosphosiderit
Villamaninit 113
Villarsit, veränderter Olivin
Villiaumit 40, **119**
Vilnit †, Wollastonit von Vilna
Vinogradowit (E. I. Semenow & Mitarb. 1956), ca. $Na_5Ti_4Al[SiO_4]_6 \cdot 3\,H_2O$, monoklin, $a:b:c = 1{,}18:1:0{,}76$, $\beta = 91°58'$ (vielleicht zur Rinkit-Gruppe)
Violait †, Pyroxen mit geringem Na-Gehalt
Violan, blauer Diopsid
Violarit 112
Virescit †, grüner Pyroxen
Viridin 268
Viridit 317
Viseit (Mélon 1943) **331**
Vishnevit, siehe Wischnewit
Viterbit †, wohl Gemenge von 8 Teilen Allophan und 1 Teil Wavellit
Vitriolbleierz (-spat) †, Anglesit
Vitriolgelb †, Jarosit
Vitriolit †, Pisanit
Vitriolocker †, Brauneisengel mit adsorbierter H_2SO_4
Vitrit, Glanzkohle, mikroskopischer Bestandteil des Anthracites
Vivianit 241
Vladimirit, siehe Wladimirit
Voelckerit 235
Vogesit †, Pyrop (auch Gesteinsname!)
Voglianit †, *V* von Zippeit
Voglit 182
Vogtit †, ein nur künstlich bekanntes Metasilikat von Fe, Ca, Mn, Mg; triklin
Voigtit †, angewitterter Biotit
Volborthit 237
Volcanit †, teils Schwefel mit Spur Se, teils Pyroxen
Volgerit = Stibiconit (Mason & Vitaliano 1953)
Völknerit †, Hydrotalkit
Volkonskoit, siehe Wolchonskoit
Volkovit, siehe Wolkowit
Voltait 204
Voltzin 94
Vonsenit †, Paigeit, 184
Voraulith †, Lazulith
Vorhauserit †, massiger Serpentin
Vosgit †, zersetzter Labradorit
Vrbait 106

Vredenburgit 139
Vudyavrit, siehe Wudjawrit
Vulpinit †, körniger Anhydrit von Vulpino

W

Wackenrodit †, Wad mit PbO-Gehalt
Wad 153
Wadeit 286
Wagit †, Hemimorphit
Wagnerit 227
Wairakit 331
Walait, ein „Asphaltmineral"
Walchowit 348
Waldheimit ?, aktinolithähnliches Mineral von Waldheim
Walkerde 311
Walkerit (Dana) †, Montmorillonit
Walkerit (Heddle 1880), *V* von Pektolith mit 5% MgO
Wallerian †, Hornblende
Walmstedtit (Breunerit) †, Ferromagnesit
Walpurgin 251
Waltherit, Walpurgin (E. Fischer, Chemie d. Erde **17.** 1955. 341)
Waluewit, Xanthophyllit
Wapplerit ~ Rößlerit
Wardit 249
Waringtonit †, Brochantit
Warrenit †, teils Gemenge von Jamesonit und Zinckenit, teils Co-haltiger Smithsonit
Warthait (Goongarrit), Gemenge Cosalit u. Galenit
Warthit †, Blödit
Warwickit 184
Washingtonit †, Ilmenit
Wasit †, unreiner Orthit
Wasserblei, Molybdänglanz
Wasserglimmer †, Pennin
Wasserkies †, Markasit
Wasseropal †, Mondstein
Wathlingenit (Prager 1923), Kieserit (H. Strunz, K. Friedrich & R. Kühn 1957)
Wattevillit, etwa $Na_2Ca[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$, rhombische oder monokline Fasern
Wavellit 247
Weberit 126
Webnerit †, Andorit
Webskyit †, Faserserpentin
Websterit †, Aluminit
Weddellit 346
Wehrlit, wohl identisch mit Pilsenit (auch Gesteinsname!)
Weibullit 111
Weibyeit ?, ähnlich Bastnäsit
Weichbraunstein †, Pyrolusit
„Weichmanganerz" ~ Pyrolusit
Weinbergerit ?, NaAlFe··-Silikat, aus einem Meteoriten
Weinschenkit (Murgoci) †, *V* von Hornblende
Weinschenkit (Laubmann) 53, **243**
Weisbachit, Ba-haltiger Anglesit mit Pb : Ba = 5 : 1 (Kolbeck 1941)
Weißbleierz †, Cerussit
Weißeisenerz ?, Eisencarbonat gelförmiger Entstehung
Weißerz †, teils Krennerit, teils Markasit
Weißgolderz †, Sylvanit
Weißgültigerz †, kompliziertes Gemenge verschiedener Ag-Erze von Freiberg
Weissian †, Skolezit
Weissit, teils ~ Pinit, teils ~ Cu_5Te_3
Weissit 88
Weißkupfererz †, teils Cubanit, teils „Kyrosit"
Weißnickelkies, Chloantit
Weißspießglanzerz †, Valentinit
Weißtellur †, Krennerit
Weldit ?, amorphes NaAl-Silikat
Welichowit (Loputschow 1931), ein Bitumen mit glänzendem konchoidalem Bruch, von Welichow/Ural
Wellsit 344
Wenzelit (Wentzelit) †, Huréaulith
Wernerit †, Skapolith
Werthemanit ?, ähnlich Aluminit, angeblich mit weniger H_2O
Weslienit †, Roméit
Westanit †, ein etwas zersetzter Andalusit von Westanå
Wetherillit †, teils Hetairit, teils *V* von Bitumen
Whartonit †, Ni-haltiger Pyrit (~ Bravoit)
Wheelerit 348
Wherryit 199
Whewellit 346
Whitlockit 224

Whitmanit (Murdoch 1948) †, Geikielith (Murdoch & Fahey 1949, 1950)
Whitneyit 33, **86**
Wichtin †, Wichtyn †, Wichtisit
Wichtisit (Sordavalit), ein Gesteinsglas
Wicklowit ?, Pb-Vanadat
Wiedgerit †, Elaterit (Handelsname)
Wiikit 147, 158
Wilkeit 57, **235**
Willcoxit, Zersetzungsprodukt von Korund, ~ Pyrophyllit
Willemit 261
Williamsit †, Chrysotil
Willyamit 114
Wilsonit †, zersetzter Skapolith
Wiltshireit †, Rathit
Wiluit †, teils Vesuvian, teils Grossular, beide von Wilui
Winchellit, *V* von Mesolith
Winchit, *V* von Grammatit, mit Mn-Gehalt
Winebergit 210
Winklerit 162
Winkworthit †, Gemenge, wahrscheinlich Howlith und Gips
Wisaksonit 266
Wischnewit 338
Wiserin †, teils Anatas, teils Xenotim
Wiserit 180
Wismut 34, **82**
Wismutantimonnickelglanz †, Kallilith
Wismutaurit †, Maldonit
Wismutblende †, „Eulytin"
Wismutblüte †, Bismit
Wismutfahlerz, Annivit
Wismutglanz 40, **104**
Wismutgold, Maldonit
Wismuthydroxyd, $Bi_2O_3 \cdot 3H_2O$, als Mineral nicht bestätigt, 142
Wismut-Jamesonit 110
Wismutkobalterz †, Cheleutit
Wismutnickelkies (Wismutnickelkobaltkies) †, „Grünauit"
Wismutocker, Umwandlungsprodukt von metallischem Wismut, wohl z. T. Bismit, z. T. Bismutit
Wismutparkerit, Parkerit mit vorherrschendem Bi, vgl. Bleiparkerit
Wismutsilbererz †, Schapbachit
Wismutspat †, Bismutit
Withamit ~ Piemontit, 1% Mn_2O_3
Witherit 53, **174**
Wittichenit 104
Wittingit †, verwitterter Rhodonit
Wittit 107
Wladimirit 243
Wocheinit †, Bauxit von Wochein
Wodanit 305
Wodankies †, Gersdorffit
Wöhlerit 273
Wölchit †, zersetzter Bournonit
Wolchonskoit 311
Wolfachit †, Mischkristall zwischen Gersdorffit und Ullmannit
Wolfeit 227
Wolframin †, Wolframocker
Wolframit 215
Wolframocker 161
Wolfram-Powellit 216
Wolfsbergit 104
Wolftonit †, Hetairit
Wolkowit, Hydroborat von Sr und Ca, verwandt mit Ginorit (Mokiewsky 1953, E. I. Nefedow, Geologie 4. 1955. 528), 189
Wollastonit 297
Wollongongit ~ Bituminit
Wolnyn †, Baryt
Woodhouseit 197
Woodruffit 153
Woodwardit ?, ~ Lettsomit (?), metakolloid
Worobieffit, CsLi-haltiger Beryll
Wörthit †, Sillimanit
Wotanit, Wodanit
Wudjawrit, $Ce_4(Ti_2O_6)_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$; amorphes gelbes Umwandlungsprodukt von „Lovtschorit" von Kola
Wulfenit 54, **216**
Würfelgips (Würfelspat) †, Anhydrit
Wurtzilit ?, ein „Asphaltmineral"
Wurtzit 38, **96**
„Wüstit" 40, **136**

X

Xalostocit (Landerit) †, rosa Grossular
Xanthiosit ?, Ni-Arsenat, vielleicht $Ni_3[AsO_4]_2$
Xanthit †, gelber Vesuvian
Xanthitan †, Zersetzungsprodukt von Titanit, = Anatas (Frondel 1941)
Xanthoarsenit †, Sarkinit

Xanthochroit 97
Xanthokon 112
Xantholith †, teils unreiner Staurolith, teils „Polyadelphit"
Xanthophyllit 305
Xanthopyrit †, Pyrit
Xanthorthit †, veränderter, gelber Orthit
Xanthosiderit, Limonit
Xanthoxen 250
Xenolith †, Sillimanit
Xenotim 55, 66, **224**
Xiphonit ?, eisenarme Hornblende unbekannter Zusammensetzung
Xonaltit †, Xonotlit
Xonotlit 298
Xylanthit 348
Xylochlor †, grüner Apophyllit
Xylolith, verkieseltes Holz
Xyloretinit 348
Xylotil (Xylit, Bergholz), Ferrisepiolith, 328

Y

Yamagutilith (~ Oyamalith) 266
Yanolith †, Axinit
Yeatmanit 270
Yenerit, Boulangerit (C. S. Robinson 1948)
Yenit †, Ilvait
Youngit †, Gemenge verschiedener PbZn-Sulfide
Ytterbit †, Gadolinit
Yttergranat, Yttrium-Granat
Ytterit 179
Ytterspat †, Xenotim
Yttrialith 277
Yttriumapatit, *V* von Apatit
Yttrium-Granat 265
Yttroalumit (Yoder & Keith 1951), synthet. $Y_3Al_2[AlO_4]_3$ oberhalb 1970° C, tetragonal, vgl. Yttrogranat
Yttrocalcit (Glocker 1847) = Yttrofluorit
Yttrocalcit (Fedorow 1905) = Apatit
Yttrocerit = Cerfluorit
Yttrocolumbit, Samarskit, 158
Yttrofluorit 122
Yttrogranat (Yoder & Keith 1951), synthet. $Y_3Al_2[AlO_4]_3$, kubisch bis 1970° C, möglicherweise vorhanden im Yttergranat, Emildin, Erinadin
Yttrogummit ?, Zersetzungsprodukt des Cleveits
Yttroilmenit †, Samarskit
Yttrokrasit 156
Yttroniobit, Samarskit, 158
Yttro-Orthit, *V* von Orthit
Yttroparisit, yttriumhaltiger Parisit
Yttrotantalit 158
Yttrotitanit 273
Yttrotungstit 161
Yugawaralith 342
Yukonit 250
Yuksporit ~ Pektolith

Z

Zala †, Borax
Zamboninit †, teils Gemenge von Flußspat und Sellait, teils Müllerit (~ Nontronit)
Zaratit 180
Zeagonit †, Phillipsit
Zeasit †, Feueropal
Zebedassit, *V* von Saponit (F. Mazzi, Rend. Soc. Min. Ital. **8**. 1952. 134)
Zeolithe 73, **339**
Zeophyllit 329
Zepharovichit †, Wavellit (McConnell 1942, Pearl 1950)
Zermattit †, Chrysotil, seltener Antigorit
Zeugit †, Whitlockit
Zeunerit 253
Zeuxit †, nadelförmiger Turmalin
Zeyringit †, teils sattelförmiger Kalkspat, teils buntfarbige „Eisenblüte"
Ziegelerz (Ziegelit †), teils Verwitterungsprodukt von Kupferkies (Gemenge von Cuprit, Limonit u. a.), teils Dolomit mit feinpulverigem Zinnober
Zillerit †, Hornblendeasbest, in Form von „Bergkork"
Zimapanit ?, zweifelhaftes Vanadinchlorid von Zimapan in Mexiko
Zinckenit 109
Zink 34, **81**
Zinkaluminit 210
Zinkaragonit 174
Zinkazurit †, Gemenge von Zn-Sulfat mit Cu-Carbonat
Zinkblende 36, **94**
Zinkblüte 176
Zinkboothit 201
Zinkdibraunit 154
Zinkenit †, Zinckenit

Zinkfauserit 202
Zinkglas †, Hemimorphit
Zinkhausmannit †, Hetairit
Zink-Högbomit, *V* von Högbomit
Zinkit 38, **135**
Zinkkieselerz †, Hemimorphit
Zinkmanganerz ~ Chalkophanit
Zinkmelanterit 201
Zink-Melanterit (Larsen & Glenn 1920), hypothet. $Zn[SO_4]\cdot 7H_2O$, isotyp mit Melanterit
Zinkocalcit 173
Zinkoferrit †, Franklinit
Zinkolivenit 228
Zinkosit 193
Zinkphyllit †, Hopeit
Zink-Pisanit, Cu-Melanterit mit ganz wenig Zn
Zinkrhodochrosit 173
Zinkrockbridgeit 230
Zinkrömerit 203
Zinksaponit 313
Zinkselenid, Stilleit
Zinksiderit 173
Zinkspat 172
Zinkspinell, Gahnit
Zinkteallit *F*, Gemenge von Teallit mit Wurtzit
„Zinkvitriol" 202
Zinkvredenburgit 139
Zinn 81
Zinnerz, Zinnstein
Zinnkies 37, **95**
Zinnober 102
Zinnstein 151
Zinntitanit (?), wohl Sn-haltiger Titanit
Zinnwaldit 305
Zippeit 213
Zircarbit ?, angeblich Zr-Carbonat
Zirfesit (Kostylewa 1945), pulveriges Umwandlungsprodukt von Eudialyt, $(ZrO_2, Fe_2O_3)SiO_2\cdot nH_2O$
Zirkelit (Hussak & Prior 1895) **146**
Zirkelit (Blake & Smith 1913) **146**
Zirkit †, Gemenge von Baddeleyit und Zirkon
Zirklerit 129
Zirkon 65, **266**
Zirkon-Favas 159
Zirkonglaskopf 159
Zirkonpektolith †, Rosenbuschit
Zirlit ~ Allophan, von Zirl
Zittavit, ähnlich Dopplerit (?), *V* von Lignit
Zöblitzit †, unreiner Serpentin
Zoesit †, Chalcedon in fossilen Muschelschalen
Zoisit 282
Zonochlorit †, Pumpellyit
Zorgit †, Gemenge von Clausthalit, Umangit und etwas Tiemannit
Zundererz †, unreines „Federerz" in filzigen Lappen (Jamesonit, Antimonglanz oder Plagionit)
Zunyit 283
Zurlit †, unreiner Melilith
Zwieselit 227
Zygadit †, Albit

Vierter Teil

Formelregister der Mineralien

Ag

Ag 77 (33)
Ag_3As 87
Ag_3AsS_3 111, 112
(Ag, Au)Te 88
$(Ag, Au)_2Te$ 88
(Ag, Bi) 87
$AgBiS_2$ 101
α-$AgBiS_2$ 101
β-$AgBiS_2$ 101
AgBr 120 (40)
AgCl 120 (40)
Ag(Cl, Br) 120
Ag(Cl, Br, J) 120
$8(Ag, Cu)_2S \cdot As_2S_3$ 105
$8(Ag, Cu)_2S \cdot Sb_2S_3$ 105
$AgFe^{\cdots}_3[(OH)_6|(SO_4)_2]$ 197
$AgFe_2S_3$ 98
$Ag_2Fe_5S_8$ 98
$Ag_3Fe_7S_{11}$ 98
α-(Ag, Hg) 78 (33)
β-(Ag, Hg) 78
γ-(Ag, Hg) 78
AgJ 119 (37, 38, 42)
Ag_2S 92
α-Ag_2S 92
β-Ag_2S 92
$Ag_2S \cdot As_2S_3$ 105
$Ag_2S \cdot 3Bi_2S_3$ 105
$3Ag_2S \cdot Bi_2(S, Te)_3$ (?) 105
$4Ag_2S \cdot GeS_2$ 92
$2Ag_2S \cdot MnS \cdot Sb_2S_3$ 112
$Ag_2S \cdot 6Sb_2S_3$ 105
$5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$ 105
$4Ag_2S \cdot (Sn, Ge)S_2$ 93
(Ag, Sb) 87 (33)
Ag_3Sb 87
$Ag(Sb, Bi)S_2$ 101
$Ag_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_7$ 146
$AgSbS_2$ 101
Ag_3SbS_3 112
α-Ag_2Se 92
β-Ag_2Se 92
α-Ag_4SeS 92
β-Ag_4SeS 92
Ag_2Te 88
$Ag_{11}Te_8$ 88

Al

$Al_{12}[AlO_4 \mid (OH, F)_{18}Cl \mid Si_5O_{16}]$ 283
$Al^{[6]}_4Al^{[4]}_4[O_3(O_{0,5}, OH, F) \mid Si_3AlO_{16}]$ 268
$Al^{[6]}Al^{[4]}[O \mid SiO_4]$ 267
$Al^{[6]}Al^{[5]}[O \mid SiO_4]$ 267 (56, 63)
$Al^{[6]}Al^{[6]}[O \mid SiO_4]$ 268
$Al[AsO_4] \cdot 2H_2O$ 238
$Al(B, H_3)O_3$ 183
$Al_6B_5O_{15}(OH)_3$ 183
Al_2BeO_4 140
$Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$ 287 (58)
$Al[BeSiO_4OH]$ 301
$Al_2[C_{12}O_{12}] \cdot 18H_2O$ 347
$(Al, Ca, Fe)Be_2[(P, Si)O_4]_2 \cdot 6H_2O$ (?) 237
$AlCl_3$ 123
$AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 123
$AlF_3 \cdot H_2O$ 123
$Al_2[F_2 \mid SiO_4]$ 268
$(Al_2, Fe_2, (MgTi))O_3$ 144
$(Al, Fe)_7[O_3 \mid BO_3 \mid (SiO_4)_3]$ 275
$\left.\begin{matrix}(Al_{1,0}Fe^{\cdots}_{1,0})[(OH)_2 \mid Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 311
$Al_4Fe^{\cdot\cdot}[O \mid OH \mid SiO_4]_2$ 268
$(Al, Fe^{\cdots})_2[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$ 202
$(Al, Fe)_{12}(Sn, Zn, Mg, Fe)_3H_2O_{24}$ 144
$(Al, H_3)_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ 321
$AlH[UO_2 \mid PO_4]_4 \cdot 16H_2O$ 252
$(Al, Li)(OH)_2 \cdot MnO_2$ 162
Al_4MgBeO_8 140
$\left.\begin{matrix}(Al_{1,67}Mg_{0,33})[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 311
Al_2O_3 143
$Al_4[O_6 \mid C_6H_5O_4] \cdot 13^1/_2H_2O$ (?) 347
$5Al_2O_3 \cdot Ca_2[(Si, BH)O_4]$ 268
α-$Al(OH)_3$ 162
γ-$Al(OH)_3$ 162 (49, 50)
$Al_{2,3}[(OH)_2 \mid Al_{0,9}Si_{3,1}O_{10}]$ 303
$\left.\begin{matrix}Al_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{1-} \\ LiAl_2(OH)_6{}^{1+}\end{matrix}\right\}$ 317
$\left.\begin{matrix}Al_{2,17}[(OH)_2 \mid Al_{0,83}Si_{3,17}O_{10}]^{0,32-} \\ Na_{0,32}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 311
$Al_2[(OH)_3 \mid AsO_4] \cdot 2^1/_2H_2O$ 248
$Al(OH)_2Cl \cdot 4H_2O$ 124
$Al_{10}[(OH)_4 \mid Cl_4 \mid SO_4] \cdot 30H_2O$ 210
$Al_2[(OH)_3 \mid PO_4]$ 230
$Al_4[OH \mid PO_4]_3$ 229
$Al_2[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot H_2O$ 238
$Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 2^1/_2H_2O$ 246
$Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 4H_2O$ 247
$Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 5H_2O$ 247
$Al_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2] \cdot 9H_2O$ 247
$Al_3[(OH)_6 \mid PO_4] \cdot 6H_2O$ 249
$Al_2[(OH)_4 \mid SO_4] \cdot 7H_2O$ 210

$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4]\cdot 5H_2O$ 210
$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4]\cdot 7H_2O$ 210
$Al_4[(OH)_{10} \mid SO_4]\cdot 36H_2O$ 210
$Al_2[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ 303 (60, 69)
$Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ 320, 321, 325 (70)
$\left\{\begin{matrix}Al_4[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]\\(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 324
$Al[OH \mid WO_4]$ 217
α-AlOOH 163
γ-AlOOH 163
AlOOH + aq. 164
$4Al_2O_3\cdot 3Ta_2O_5$ 155
$Al[PO_4]$ 220 (46, 47, 55)
$Al[PO_4]\cdot 2H_2O$ 238
$Al[PO_4]\cdot 2^1/_2H_2O$ 238
$Al[PO_4]\cdot 4H_2O$ 240
$Al_2[PO_3OH \mid (SO_4)_2]\cdot 18H_2O$ 202
$Al_2[SO_4]_3\cdot 18H_2O$ 202
$AlSiO_3OH$ 303
$AlTaO_4$ 155
$Al[VO_4]\cdot 3H_2O$ 240

As

As 81 (34)
As_2O_3 141
As_2S_3 117
As_4S_3 117
As_4S_4 117
AsSb 81

Au

Au 77 (33)
$(Au, Ag)Te_2$ 89
$AuAgTe_4$ 89
Au_2Bi 87
$AuCu_3$ 77
Au_2Cu_3 77
Au_2Hg_3 78
$AuSb_2$ 113 (41)
Au_2Te_3 89
$AuTe_2\cdot 6Pb(S, Te)$ (?) 89

B

BN 35
$B(OH)_3$ 165

Ba

$BaAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$ 234
$Ba[Al_2Si_2O_8]$ 335
δ-$Ba[Al_2Si_2O_8]$ 337
ε'-$Ba[Al_2Si_2O_8]$ 337
$Ba[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 3H_2O$ 341
$Ba[Al_2Si_6O_{16}]\cdot 6H_2O$ 344
$BaBe_2[Si_2O_7]$ 279
$BaCO_3$ 174 (53)
$BaCa_2Al_3[Al_3Si_9O_{30}]\cdot 2H_2O$ 289
$(Ba, Ca)_2[(BOOH)_3 \mid SiO_4]$ 275
$BaCa[CO_3]_2$ 174
$(Ba,Ca,Ce,Na)_3(Y,Ce,La)_6[(BO_3)_6 \mid Si_3O_9]$ 286
$(Ba, Ca)[SO_4]$ 195
$Ba(Ce, La, Nd)_2[F_2 \mid (CO_3)_3]$ 177
$BaCu_3[OH \mid VO_4]_2$ 234
$BaFe_3^{\cdots}H[(OH)_6 \mid (AsO_4)_2]$ 234
$Ba_2(Fe, Mn)[VO_4]_2\cdot {}^1/_2H_2O$ 244
$BaFe^{\cdots}[OH \mid Si_2O_6]$ 300
$BaFe[Si_4O_{10}]$ 302
$(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$ 153
$Ba_{\leq 2}Mn_8O_{16}$ 153
$Ba_2Mn_8O_{16}$ 153
$Ba[NO_3]_2$ 171
$BaNa_2[Al_2Si_2O_8]_2$ 335
$Ba(Na, Ca)_4Ti_3[BO_3 \mid Si_8O_{24}]$ 285
$BaO\cdot 6UO_3\cdot 11H_2O$ 166
$(Ba, Pb)[SO_4]$ 195
$Ba[SO_4]$ 195 (53, 124)
$Ba_2[Si_4O_{10}]$ 302
$BaTi[Si_3O_9]$ 285 (58, 67)
$Ba[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 6—2H_2O$ 253
$Ba[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 253

Be

BeO 135 (38, 44)
$Be_2[OH \mid PO_4]\cdot 4H_2O$ 244
$Be_4[(OH)_2 \mid SiO_4 \mid SiO_3]$ 301
$Be_2[OOH \mid BO_2]$ 185
$Be_2[SiO_4]$ 261

Bi

Bi 82
α-$Bi[AsO_4]$ 225
$BiCu_{12}[(OH)_9 \mid (AsO_4)_6]\cdot 9H_2O$ 251
Bi_2MoO_6 148
α-Bi_2O_3 141
(γ)-Bi_2O_3 142
$Bi_2[O_2 \mid CO_3]$ 178
BiOCl 131
$Bi_2O_3\cdot 3H_2O$ 142
$Bi_4[OH \mid AsO_4]_3\cdot H_2O$ (?) 251
$Bi_2[O \mid OH \mid AsO_4]$ 236
$[(BiO)_2 \mid TeO_4]\cdot 2H_2O$ 214

$[(BiO)_4 \mid UO_2 \mid (AsO_4)_2] \cdot 3H_2O$ 251
Bi_2S_3 104 (40)
Bi_2Se_3 90, 104
$Bi_2(Se, S)_3$ 90, 104
$Bi_4[SiO_4]_3$ 267
$Bi(Ta, Nb)O_4$ 157
Bi_2Te_3 104
Bi_5Te_2 104
Bi_2Te_2S 104
Bi_4TeS_3 104
$Bi_4(Te, S)_3$ (?) 104
$Bi_2Te(S, Se)_2$ 104
$Bi[VO_4]$ 226
$(Bi_2, W)O_3$ 142

C

α-C 82 (35)
α′-C 82
β-C 82 (35)
C_5H_4 (?) 347
$C_{12}H_{20}$ (?) 347
$C_{13}H_{10}$ 347
$C_{15}H_{20}$ 347
$C_{18}H_{32}$ 348
$C_{21}H_{42}$ 348
$C_6H_4(CO)_2NH$ 348
$C_{12}H_{24}O_3$ 348
$C_{18}H_{14}O_8$ 348
$C_{32}H_{17}O$ 348
$C_{80}H_{56}O_2$ 348
$(C_{15}H_{26}O)_n$ 348

Ca

$Ca_4AlBe_3H[Si_9O_{27}] \cdot H_2O$ 284
$Ca_4Al_4F_8(F, OH)_{12} \cdot 3H_2O$ 126
$Ca[Al(F, OH)_4]_2$ 124
$Ca[Al(F, OH)_5H_2O]$ 125
$CaAl_3(F, OH)_{11} \cdot H_2O$ 126
$Ca_3Al_2[(F, OH)_{10} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ 212
$Ca_2(Al, Fe^{\cdots})Al_2[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 281
$Ca_2(Al, Fe, Mn)_2Al[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 282
$Ca(Al, Fe^{\cdots})_3[(OH)_3O \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$ 250
$CaAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$ 234
$CaAl_2[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ 304
$CaAl_2[(OH)_4 \mid (CO_3)_2] \cdot 3H_2O$ (?) 181
$Ca_3Al_2[OH \mid PO_4]_3$ 233
$Ca_3Al_8[(OH)_3 \mid (PO_4)_4]_2 \cdot 15H_2O$ 249
$Ca_4Al_5[(OH)_5 \mid (PO_4)_6] \cdot 11H_2O$ 249
$Ca_6Al_2[(OH)_4 \mid SO_4]_3 \cdot 26H_2O$ 212
$CaAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$ 197
$Ca_3Al_2[(OH)_4(SiO_4)_2]$ 223
$CaAl_2[(OH)_2 \mid Si_2O_7] \cdot H_2O$ 281
$Ca_2Al_2[(OH)_2 \mid Si_3O_{10}]$ 284
$Ca_2Al_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 281, 282
$Ca_2Al[(Si, Al)_2O_7]$ 278
$Ca_3Al_2[(Si, H_4)O_4]_3$ 265
$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ 265 (53, 63, 64)
$Ca[Al_2Si_2O_8]$ 331, 332, 333 (56)
$Ca[AlSi_2O_6]_2 \cdot 2H_2O$ 331
$Ca[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3H_2O$ 340
$Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4H_2O$ 341
$Ca[AlSi_2O_6]_2 \cdot 4H_2O$ 341
$Ca[Al_2Si_5O_{14}] \cdot 3H_2O$ 342
$Ca[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5H_2O$ 343
$Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ 344
$Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6H_2O$ 342
$Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7H_2O$ 342
$Ca_2[AsO_4 \mid B(OH)_4] \cdot H_2O$ 190
$Ca_3[AsO_4]_2 \cdot 4H_2O$ 243
$Ca[B_2^{[4]}B^{[3]}O_4(OH)_3] \cdot H_2O$ 188
$Ca[B_2^{[4]}B^{[3]}O_3(OH)_5] \cdot H_2O$ 188
$Ca_5B_8O_{17}$ 185
$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ 188
$Ca_2B_{14}O_{23} \cdot 8H_2O$ 187
$Ca_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$ 188
$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 20H_2O$ 187
$CaB^{[4]}[OH \mid SiO_4]$ 270 (56)
$Ca_2B_5O_9OH \cdot 3H_2O$ 187
$Ca_2[(BOOH)_5 \mid SiO_4]$ 275
$CaB_2[SiO_4]_2$ 221 (55)
$Ca[B_2Si_2O_8]$ 335
$Ca_2(Be, Al)[Si(Si, Al)O_7] \cdot H_2O$ (?) 279
$CaBe[(F, OH) \mid PO_4]$ 226 (56)
$CaBe[F \mid PO_4]$ 270
$CaBe_2[PO_4]_2$ 221 (55)
$CaBi_2[O \mid CO_3]_2$ 178
$CaBi[OF \mid CO_3]$ 178
$Ca_3[C_6H_5O_7]_2 \cdot 4H_2O$ 347
$CaCO_3$ 172, 173, 174 (51, 52, 53)
$Ca[C_2O_4] \cdot H_2O$ 346
$Ca[C_2O_4] \cdot 2H_2O$ 346
$Ca_5[CO_3 \mid (SiO_4)_2]$ 271
$Ca_5[(CO_3)_2 \mid Si_2O_7]$ 280
$(Ca, Ce)_2(Al_2Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot})_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid (Si, P)_2O_7]$ 283
$(Ca, Ce)F_{2-2,33}$ 122
$CaCe[F \mid (CO_3)_2]$ 177
$CaCe_2[F_2 \mid (CO_3)_3]$ 177
$Ca_2Ce_3[F_3 \mid (CO_3)_5]$ 177

$(Ca, Ce, La, Na)_2(Al, Fe, Be, Mg, Mn)_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 282
$Ca_3(Ce, La, Nd)_4[O \mid SiO_4]_3$ 275
$(Ca, Ce, La, Th)[PO_4]$ 225
$CaCeMgAl_2[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 282
$(Ca, Ce, Na)(Nb, Ti, Fe, Al)_2(O, OH, F)_6$ 156
$Ca_2(Ce, Nd, La)_4H_2[O \mid SiO_4]_3$ 275
$Ca_2(Ce, Y)_2[CO_3 \mid Si_4O_{12}] \cdot 1—2\,H_2O$ 286
$(Ca, Ce, Y, Fe)(Ti, Zr, Th)_3O_7$ 146
$(Ca, Ce, Y, Na \ldots)(Ti, Nb, Fe)O_3$ 145 (45)
$(Ca, Ce, Y, U, Pb)(Nb, Ti, Ta)_2(O, OH)_7$ (?) 147
$CaCl_2$ 121
$Ca_8[Cl_4 \mid (B_6O_{11})_3] \cdot 4\,H_2O$ 189
$Ca[Cl \mid (C_2H_3O_2)_2] \cdot 5\,H_2O$ 347
$CaCl_2 \cdot 2\,MgCl_2 \cdot 12\,H_2O$ 128
$Ca_5[Cl \mid (PO_4)_3]$ 235
$Ca_8[(Cl_2, SO_4, CO_3)_{2(?)} \mid (Al_2Si_2O_8)_6]$ 339
α-$Ca_2Co[AsO_4]_2 \cdot 2\,H_2O$ 242
$Ca_2(Co, Mg)[AsO_4]_2 \cdot 2\,H_2O$ 242
$Ca[CrO_4]$ 224 (66)
$Ca_2[CrO_4 \mid (JO_3)_2]$ 168
$Ca_3Cr_2^{\cdots}[SiO_4]_3$ 265 (65)
$CaCu[OH \mid AsO_4]$ 232
$Ca_2Cu_9[(OH)_{10} \mid (AsO_4)_4] \cdot 10\,H_2O$ 248
$CaCu_4[(OH)_3 \mid SO_4]_2 \cdot 3\,H_2O$ 211
$CaCu[OH \mid VO_4]$ 232
$Ca_2Cu[UO_2 \mid (CO_3)_4] \cdot 6\,H_2O$ (?) 182
$(Ca, Cu)[WO_4]$ 216 (54)
$Ca(Cu, Zn)_4[(OH)_3 \mid SO_4]_2 \cdot 3\,H_2O$ 211
CaF_2 122 (42)
$Ca_5[F \mid (AsO_4)_3]$ 235 (57)
$Ca_4[(F, OH)_2 \mid Si_2O_7]$ 280
$Ca_5[(F, O) \mid (PO_4, SiO_4, SO_4)_3]$ 235
$Ca_5[F \mid (PO_4)_3]$ 235 (56)
$Ca_5[F \mid (PO_4, CO_3OH)_3]$ 235
$Ca_2[F \mid SiO_3OH] \cdot H_2O$ 272
$(Ca, Fe)_2(Al, Fe)_5[(O, OH)_4 \mid (SiO_4)_3]$ 283
$Ca(Fe^{\cdots}, Al)_4[(OH)_8 \mid (PO_4)_2] \cdot 7\,H_2O$ 250
$Ca_2FeB_2[O \mid SiO_4]_2$ 270
$CaFe(CO_3)_2$ 174 (52)
$(Ca, Fe)Ce_3H[(OH)_2 \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ (?), mit La, Dy, Al 282
$CaFe_2^{\cdot\cdot}Fe^{\cdots}[OH \mid O \mid Si_2O_7]$ 281
$(Ca, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots})_{<1}[SiO_3]$ 297
$Ca_2Fe_2^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdots}[WO_4]_7 \cdot 9\,H_2O$ 216
$Ca_2(Fe, Mn)AlAl[OH \mid BO_3 \mid Si_4O_{12}]$ 287
$Ca_2(Fe, Mn)[PO_4]_2 \cdot 2\,H_2O$ 242
$(Ca, Fe, Mn, Sb, Bi, Y)_2(Ti, Ta, Nb, W)_2(O, OH)_7$ 158
$Ca_3Fe_4[OH \mid AsO_4] \cdot 4\,H_2O$ 250
$CaFe_{2,33}^{\cdots}[(OH)_3 \mid (AsO_4)_2] \cdot 6\,H_2O$ 250
$Ca_3Fe_{10}^{\cdots}[(OH, F)_3 \mid (PO_4)_2]_4 \cdot n\,H_2O$ 250
$Ca_2Fe^{\cdots}[OH \mid (PO_4)_2] \cdot 1^1/_2\,H_2O$ 250
$Ca_3Fe_4^{\cdots}[(OH)_6 \mid (PO_4)_4] \cdot 2\,H_2O \cdot n$ aq. 250
$CaFe_4^{\cdots}[(OH)_8 \mid (PO_4)_2] \cdot 3\,H_2O$ 250
$Ca_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4\,H_2O$ 239
$CaFe[Si_2O_6]$ 290
$Ca_3Fe_2^{\cdots}[SiO_4]_3$ 265 (64)
$(Ca, Fe, Th, U)_2(Ti, Zr)_2O_5$ (?) 146
$CaH[AsO_4] \cdot 2\,H_2O$ 243 (53)
$Ca_3H_2[CO_3 \mid SO_4 \mid SiO_4] \cdot 14\,H_2O$ 271
$Ca(H_3O)_2[UO_2 \mid SiO_4]_2 \cdot 3\,H_2O$ 276
$CaH[PO_4]$ 223
$CaH[PO_4] \cdot 2\,H_2O$ 243 (53)
$Ca_2H[PO_4SO_4] \cdot 4\,H_2O$ 208 (53)
$CaH_2[Si_2O_6] \cdot H_2O$ 300
$Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 2\,H_2O$ 299
$Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 4\,H_2O$ 299
$Ca_5H_2[Si_3O_9]_2 \cdot 6\,H_2O$ 300
$CaH[VO_4] \cdot 4\,H_2O$ 244
$CaH_2[V_6O_{17}] \cdot 2\,H_2O$ 256
$CaH_2[V_6O_{17}] \cdot 8\,H_2O$ 256
$Ca[JO_3]_2$ 168
$(Ca, KH, NaH)(Si, AlH)O_3 \cdot H_2O$ 299
$\left.\begin{matrix}(Ca, K, H_2O)(Al, Fe, Mg)_3 \\ [(OH, O)_2 \mid (Si, P)_4O_{10}]X_n(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ (?) 309
$Ca_5(KH)[SiO_3]_6 \cdot H_2O$ 299
$Ca_6(K, Na)_2Al_4[(O, CO_3, SO_4) \mid (SiO_4)_6]$ (?) 271
$(Ca, K_2, Na_2)[AlSi_5O_{12}]_2 \cdot 7\,H_2O$ 341
$Ca_3(La, Ce)_3Zr_3[F_6 \mid (BO_3)_3 \mid (Si_3O_9)_2]$ 286
$CaLiAl_2[(OH)_2 \mid AlBeSi_2O_{10}]$ 305
$CaMg_3(Al_5Mg)[(OH)_{1+3} \mid (BO_3)_3 \mid Si_6O_{18}]$ 288
$(Ca, Mg)_5(AlO)_5[BO_3 \mid (SiO_4)_3]$ 275
$Ca(Mg, Al)_{2-3}[(OH)_2 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ 305
$Ca(Mg, Al)[(Si, BH)O_4] \cdot CaCO_3$ 271
$Ca_2Mg[AsO_4]_2 \cdot 2\,H_2O$ 242
$(Ca, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 6\,H_2O$ 242
$CaMgB_6O_{11} \cdot 6\,H_2O$ 188
$CaMgB_6O_{11} \cdot 11\,H_2O$ 188
$CaMg(CO_3)_2$ 173 (51, 52)
$CaMg_3(CO_3)_4$ 174
$CaMg_4Cu_4[(OH)_7 \mid CO_3]_2 \cdot 2\,H_2O$ 181
$CaMg[F \mid AsO_4]$ 232 (56, 66)
$CaMg[F \mid PO_4]$ 232
$(Ca, Mg)_3(Fe^{\cdots}, Al)_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_4] \cdot 8\,H_2O$ 250
$Ca_2(Mg, Fe^{\cdots}, Al)_5[OH \mid (Si, Al)_4O_{11}]_2$ 296
$Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[(OH)_4 \mid (SiO_4)_5 \mid (Si_2O_7)_3]$ 283
$Ca_2(Mg, Fe)[PO_4]_2 \cdot 2\,H_2O$ 242
$(Ca, Mg, Fe)Al_2[Si_3O_{10}]$ (?) 285

$Ca_4(Mg, Fe, Mn)(Al, Fe, Ti)_5[(OH)_2 \mid (SiO_3OH)(SiO_4)_5]\cdot 2H_2O$ 283
$CaMg[OH \mid AsO_4]$ 232
$Ca_2(Mg, Fe)_5[OH \mid Si_4O_{11}]_2$ 293
$CaMg[SiO_4]$ 262 (61)
$CaMg[Si_2O_6]$ 290 (59, 68)
$Ca_2Mg[Si_2O_7]$ 278
$Ca_3Mg[SiO_4]_2$ 262
$CaMg[UO_2 \mid (CO_3)_3]\cdot 12H_2O$ 181
$Ca_3Mg_3[UO_2 \mid (OH)_2 \mid (CO_3)_3]_2\cdot 18H_2O$ 182
$Ca_2Mn[AsO_4]_2\cdot 2H_2O$ 242
$CaMn_2[BeSiO_4]_3$ 329
$CaMn_2Be_3[SiO_4]_3$ 221 (56)
$CaMn(CO_3)_2$ 174 (52)
$(Ca, Mn, Fe)_2Al[OH \mid (PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ 249
$Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2\cdot 2H_2O$ 242
$CaMn[HBO_3]_2$ 183
$Ca_2Mn_7H_2[SiO_3]_{10}\cdot 5H_2O$ 301
$(Ca, Mn, Mg)_8Al_2[(OH)_4 \mid (Si_2O_7)_3]$ (?) 279
$(Ca, Mn)_3(Mn^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_4[(OH)_4 \mid (AsO_3OH)(AsO_4)_3]$ 232
$(Ca, Mn^{\cdot\cdot})Mn^{\cdot\cdot\cdot\cdot}_4O_9\cdot 3H_2O$ (?) 164
$(Ca, Mn)_2NaH[SiO_3]_3$ 298
$CaMn[SiO_3]_2$ 298
$CaMn[SiO_4]$ 262
$CaMn[Si_2O_6]$ 290
$Ca_4Mn^{\cdot\cdot\cdot}_4[SiO_4]_5\cdot H_2O$ 270
$Ca[NO_3]_2\cdot 4H_2O$ 171
$Ca_3Na_2Al_4H_4[(F, OH) \mid BO_3]_6$ 184
$(Ca, Na)_2(Al, Mg)[(Si, Al)_2O_7]$ 278
$\left\{(Ca, Na)_{<1}Al_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]\right\}(H_2O)_2$ 308
$(Ca, Na)_3[(Al, Si)_5O_{10}]_2\cdot 6H_2O$ 340
$(Ca, Na_2)[Al_2Si_4O_{12}]\cdot 6H_2O$ 344
$(Ca, Na)_2(Be, Al)[Si_2O_6F]$ 279
$Ca_3Na_2[Cl \mid (SO_4)_2 \mid B_5O_8(OH)_2]$ 189
$(Ca, Na)_2Cu_5[Cl \mid (AsO_4)_4]\cdot 4—5H_2O$ 251
$CaNaCu_5[Cl \mid (PO_4)_4]\cdot 5H_2O$ 251
$(Ca, Na)(Fe, Mn)_2[PO_4]_2$ 222
$(Ca, NaH)_2Be[Si_2O_6(OH, F)]$ (?) 279
$(Ca, NaH)Sb_2O_6(O, OH, F)$ 146
$(Ca, NaH)(Si, AlH)O_3$ 299
$Ca_2NaH[SiO_3]_3$ 298
$(Ca, Na, K)_{18}[Si_{33}O_{80}]\cdot 24H_2O$ 341
$CaNaMg[AlF_5(F, H_2O)]_3$ 125
$Ca_2NaMg_2[AsO_4]_3$ 265
$(Ca, Na)_3(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$ 223
$(Ca, Na)_3(Mn, Mg)_2[AsO_4]_3$ 223
$(Ca, Na)_8[O_2 \mid Al(Al, Si)Si_2O_8)_6]$ 339
$CaNa_2[SO_4]_2$ 195
$(Ca, Na)_2(Ta, Nb, Ti)_2O_6(OH, F, O)$ 147
$(Ca, Na)_3(Ti, Ce)[F \mid (SiO_4)_2]$ 274
$(Ca, Na, U, Ce, Y)(Ta, Nb, Ti)_2(O, OH)_7$ 147
$(Ca, Na, Y)_{2-3}(Ti, Zr, Ce)[(H_2O,F) \mid (SiO_4)_2]$ 274
$Ca_2NaZr[F \mid (SiO_4)_2]$ 273
$Ca_4Nb[(O, F)_3 \mid (SiO_4)_2]$ 274
$Ca_2NbZrTi_{12}[O_{20} \mid (OH)_{17} \mid SiO_4]\cdot 20H_2O$ 273
CaO 136 (40)
$Ca(OH)_2$ 162 (51)
$2Ca(OH)_2\cdot Al(OH)_3\cdot 3H_2O$ 165
$Ca_5[(OH, F)_6 \mid Si_4O_{10}]$ 329
$Ca_5[OH \mid (PO_4)_3]$ 235
$Ca_2[OH \mid PO_4]\cdot 2H_2O$ 249
$Ca_6[(OH)_2 \mid Si_6O_{17}]$ 298
$Ca_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$ 328
$Ca_4[(OH)_4 \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$ 329
$Ca_5[OH \mid (SiO_4, SO_4)_3]$ 235
$Ca_{10}[O \mid (PO_4)_6]$ 235
$Ca_3[PO_4]_2$ 194
β-$Ca_3[PO_4]_2$ 195, 224
$Ca_7[PO_4 \mid SiO_4]_2$ 264
$(Ca, Pb, Mn)SiO_3$ 299
$(Ca, Pb, Sr, Mn)_2(Al, Fe, Mn)_3[O \mid OH \mid SiO_4 \mid Si_2O_7]$ 282
CaS 100 (40)
$Ca[SO_4]$ 124, 194, 195, 224
$Ca[SO_4]\cdot {}^1/_2H_2O$ 208
$Ca[SO_4]\cdot 2H_2O$ 208 (53)
$CaSiO_3$ 297
α-$CaSiO_3$ 297
α'-$CaSiO_3$ 298
β-$CaSiO_3$ 298
$Ca_2[SiO_4]$ 265
α-$Ca_2[SiO_4]$ 261, 264 (61)
β-$Ca_2[SiO_4]$ 264
γ-$Ca_2[SiO_4]$ 264, 271
γ'-$Ca_2[SiO_4]$ 264
$Ca_3[Si_2O_7]$ 278
$6Ca[SiO_3]\cdot CaCO_3\cdot 2H_2O$ 298
β-$Ca_2[SiO_4]$-$Ca_{1,5}[PO_4]$ 264
β-$Ca_2[SiO_4]$-$Ca_3[PO_4]_3$ 194
$Ca_2[SiO_4]\cdot H_2O$ 272
$Ca_2[Si_4O_{10}]\cdot H_2O$ 328
$Ca_2[Si_4O_{10}]\cdot 2{}^1/_2H_2O$ 329
$Ca_3[Si_2O_7]\cdot 3H_2O$ 280
$Ca_3[SiO_3OH]_2\cdot 2H_2O$ 272
$Ca_5[SiO_4 \mid (PO_4)_2]$ 264
$CaSn[BO_3]_2$ 183 (52)
$CaSn[Si_3O_9]\cdot 2H_2O$ 285

$CaTiO_3$ 145, 147 (45)
$CaTi[O \mid SiO_4]$ 272 (56, 65, 66)
$Ca_3UNb_3O_{12}OH$ 147
$Ca[UO_2 \mid AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 254
$Ca[UO_2 \mid AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$ (?) 253
$Ca_2[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 10H_2O$ 181
$Ca[(UO_2)_4 \mid (OH)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 8H_2O$ 255
$Ca[UO_2 \mid PO_4]_2$ 254
$Ca[UO_2 \mid PO_4]_2 \cdot 6{-}2H_2O$ 253
$Ca[UO_2 \mid PO_4]_2 \cdot 10(12{-}10)H_2O$ 253
$Ca[UO_2 \mid SiO_3OH]_2 \cdot 5H_2O$ 276
$Ca[UO_2 \mid VO_4]_2 \cdot 3{-}5H_2O$ 255
$Ca[UO_2 \mid VO_4]_2 \cdot 5{-}8^1/_2H_2O$ 255
$Ca[(UO_2)_2 \mid V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$ 257
$Ca[V_2O_6] \cdot 2H_2O$ 256
$Ca[V_2O_6] \cdot 4H_2O$ 256
$CaV_4O_9 \cdot 5H_2O$ 160
$Ca_2V_{10}O_{25} \cdot 7H_2O$ 257
$Ca_3[V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$ 257
$CaV_2^{\cdots\cdot}[VO_4H_2]_{10} \cdot 4H_2O$ 244
$Ca[WO_4]$ 216 (54)
(Ca, Y . . .)(Al ,Ti, Si, Mg)$_{12}O_{19}$ 140
(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe$^{\cdots}$)$[O \mid SiO_4]$ 273
(Ca, Y, Er, Mn)$_{<3}$(Al, Fe)$[H_2O \mid (SiO_4)_2]$ 273
(Ca, Y)$F_{2-2,33}$ 122
$CaY[F \mid (CO_3)_2]$ 177
$CaZn[OH \mid AsO_4]$ 232
$Ca_2Zn_2[(OH)_2 \mid Si_2O_7] \cdot H_2O$ 280
$CaZn_2[PO_4]_2 \cdot 2H_2O$ 237
$Ca_2Zn[Si_2O_7]$ 278

Cd

$CdCl_2$ 122
$CdCO_3$ 173 (52)
CdJ_2 122 (51)
CdO 136 (40)
CdS 94, 97
α-CdS 94 (37)
β-CdS 96 (38)

Ce

$CeAl_3[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$ 234
(Ce, . . .)$B[O \mid SiO_4]$ 275
$Ce[F \mid CO_3]$ 177
(Ce, La, Al)$_3[OH \mid (SiO_4)_3]$ 283
(Ce, La, . . .)$_2[CO_3]_3 \cdot 4H_2O$ 179
(Ce, La)F_3 122
(Ce, La, Nd)$_2$(Mg, Fe)$[CO_3]_4$ 175
(Ce, La)$_2Ti_2[O_4 \mid Si_2O_7]$ (?) 282
(Ce, La, Y, Th, Mn, Ca)$[(Ti, Zr, Nb, Ta)_2O_6]$ 156
(Ce, Na, Ca)(Nb, Ti)O_3 145
CeO_2 159 (42)
$Ce[PO_4]$ 225 (55)
$Ce[PO_4] \cdot 0{-}0{,}5H_2O$ 225
(Ce, Th, Ca . . .)$[(Nb, Ti, Ta)_2O_6]$ 156
(Ce, Th)O_2 159
$Ce_2Ti_2[O_4 \mid Si_2O_7]$ (?) 282

Co

$CoAl_2O_4$ 137
CoAs 99
$CoAs_2$ 115
$CoAs_{3-2}$ 117
$Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 241
CoAsS 114 (41)
$Co_2[B_2O_5]$ 185
$CoCl_2$ 122
$CoCO_3$ 172 (52)
(Co, Cu)Co_2O_4 163
(Co, Fe)AsS 116
(Co, Ni)$_3S_4$ 112
(Co, Ni)SbS 114
$Co(OH)_2$ 162 (51)
β-CoS 100
γ-CoS 98 (39)
CoS_2 113, 114 (41)
Co_3S_4 112
Co_9S_8 94
$Co[SO_4] \cdot 7H_2O$ 201
β-CoSe 100
γ-CoSe 98
$CoSe_2$ 113, 115 (41)
Co_3Se_4 112
CoTe 39

Cu

Cu 77 (33)
$CuAl_4H_{10}[PO_4]_8 \cdot 6H_2O$ 237
$Cu_2Al[(OH)_4 \mid AsO_4] \cdot 4H_2O$ 249
$Cu_6Al[(OH)_{12} \mid Cl \mid SO_4] \cdot 3H_2O$ 210
$CuAl_6[(OH)_2 \mid PO_4]_4 \cdot 4H_2O$ 248
$CuAl_4[(OH)_{12} \mid SO_4] \cdot 3H_2O$ 210
$Cu_4Al_2[(OH)_{12} \mid SO_4] \cdot 2H_2O$ 210
$Cu_{18}Al_2[(OH)_9 \mid SO_4AsO_4]_3 \cdot 36H_2O$ 210
(Cu, As) 86 (33)
α-Cu_3As 86
β-Cu_3As 87
$Cu_{6-7}As$ 86
$CuAs_2O_4$ 147
$Cu_3[AsO_4]_2 \cdot 5H_2O$ 239

$CuAsS$	94
Cu_3AsS_{3-4} (?)	95
Cu_3AsS_4	97
$Cu_3(As, V)S_4$	96
$(Cu, Ca)_3[Si_3O_9]\cdot 1^1/_2H_2O$	289
$CuCl$	119 (37, 42)
$CuCl_2$	128
$CuCl_2\cdot 2H_2O$	123
$Cu[Cl \mid B(OH)_4]$	190
$Cu(Cl, OH)_2$	128
$Cu(Cl, OH)_2\cdot {}^1/_2H_2O$	128
$Cu_{19}[Cl_4 \mid (OH)_{32} \mid (NO_3)_2 + 2H_2O]$	128
$Cu_{19}[Cl_4 \mid (OH)_{32} \mid SO_4 + 4H_2O]$	129
$Cu_3(Fe, As, Sn)S_4$	96
$(Cu, Fe'')_3Fe_6'''[(OH)_3 \mid PO_4]_4$	229
$Cu_3(Fe, Ge)S_4$	95
$CuFeO_2$	136
$Cu_2Fe_2[(OH)_2 \mid AsO_4]_2\cdot H_2O$	248
$CuFe_6'''[(OH)_2 \mid PO_4]_4\cdot 4H_2O$	248
$Cu_3Fe_4'''[(OH)_4 \mid (SO_4)_7]\cdot 15H_2O$	211
$CuFeS_2$	95 (37)
$CuFe_2S_3$	98
$Cu_2Fe_4S_7$	103
Cu_3FeS_3	91
$Cu_3Fe_4S_7$	103
Cu_5FeS_4	91
Cu_9FeS_6	91
$6(Cu, Fe)_2S\cdot PbS$ (?)	91
Cu_2FeSnS_4	95, 97 (37)
$CuFe_2'''[SO_4]_4\cdot 7H_2O$	203
$CuFe_2'''[SO_4]_4\cdot 12H_2O$	203
$(Cu, H_2)_3[AsO_4]_2\cdot 4H_2O$	239
CuJ	119
$Cu_3[JO_3]_6\cdot 2H_2O$	168
$Cu[JO_3OH]$	168 (61)
$Cu_2Mn_2O_5$	139
$(Cu, Ni, Co)_4As$	87
$(Cu, Ni, Co, Fe)(S, Se)_2$	113
CuO	136
Cu_2O	135 (44)
$Cu_2[OH \mid AsO_4]$	228 (63)
$Cu_3[(OH)_3 \mid AsO_4]$	231
$Cu_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2$	230
$Cu_2[OH \mid AsO_4]\cdot 3H_2O$	245
$Cu_2(OH)_3Cl$	128
$Cu_2[(OH)_2 \mid CO_3]$	176
$Cu_3[OH \mid CO_3]_2$	175
$Cu_3[OH \mid MoO_4]_2$	216
$Cu_2[(OH)_3 \mid NO_3]$	171
$Cu_6[(OH)_7 \mid (NO_3)_2 \mid PO_4]$	171
$Cu_2[OH \mid PO_4]$	228 (56, 63)
$Cu_3[(OH)_3 \mid PO_4]$	231
$Cu_5[(OH)_2 \mid PO_4]_2$	230
$Cu_2[OH \mid PO_4]\cdot H_2O$ (?)	245
$Cu_3[(OH)_4 \mid SO_4]$	196
$Cu_4[(OH)_6 \mid SO_4]$	196
$Cu_3[(OH)_4 \mid SO_4]\cdot 6H_2O$	209
$Cu_4[(OH)_2 \mid (SO_4)_3]\cdot 4H_2O$	209
$Cu_2[(OH)_2 \mid WO_4]$	217
$Cu_2[O \mid SO_4]$	196
CuS	102
Cu_2S	90, 91
α-Cu_2S	91
γ-Cu_2S	91
Cu_9S_5	91
$Cu_2S\cdot Ag_2S$	93
$Cu_2S\cdot 3Ag_2S$	93
$Cu_2S\cdot Bi_2S_3$	104
$3Cu_2S\cdot Bi_2S_3$	104
$Cu_2S\cdot (Fe, Cu)S$	91
$4CuS\cdot 3FeS\cdot As_2S_3$	105
$Cu_2S\cdot Sb_2S_3$	104
$Cu[SO_4]$	195
$Cu[SO_4]\cdot 5H_2O$	200
$Cu[SO_4]\cdot 7H_2O$	201
Cu_3SbS_{3-4} (?)	95
$Cu_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, F)_7$	146
Cu_6Sb	87
$Cu_3SbS_{3,5}$	96
Cu_3SbS_4	97
$CuSe$	103
Cu_2Se	90
Cu_3Se_2	91
$Cu_2Se\cdot Ag_2Se$	93
$Cu[SeO_3]\cdot 2H_2O$	168
$CuSiO_3\cdot nH_2O$	289
$Cu_6[Si_6O_{18}]\cdot 6H_2O$	288
Cu_2Te	88
$\sim Cu_3Te_2$	88
Cu_5Te_3 (?)	88
$Cu[(Te, S)O_4]\cdot 2H_2O$	214
$(Cu, Tl, Ag)_2Se$	92
$Cu[UO_2 \mid (As, P)O_4]_2\cdot 8H_2O$ (?)	253
$Cu[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 8H_2O$	254
$Cu[UO_2 \mid OH \mid SO_4]_2\cdot 6H_2O$	213
$Cu[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 8H_2O$	253
$Cu[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 10(12—8)H_2O$	252
$Cu[UO_2 \mid SiO_3OH]_2\cdot 5H_2O$	276
$Cu[UO_2 \mid VO_4]_2\cdot 8—10H_2O$	255
$Cu_3[VO_4]_2\cdot 3H_2O$	237

Cu_3VS_4 96
$(Cu, Zn)_2[(OH)_2 \mid CO_3]$ 176
$(Cu, Zn)_3[(OH)_3 \mid PO_4]\cdot 2H_2O$ 248
$(Cu, Zn)_3[(OH)_4 \mid SO_4]\cdot 2H_2O$ (?) 209
$Cu_{20}Zn_{3,4}Sb_{6,8}S_{27}$ 96

Fe

α-Fe 80 (33)
$Fe(Al, Cr)_2O_4$ 138
$Fe_2Al_3Cr_9[O_3 \mid (SiO_4)_9]$ 269
$\left\{\begin{matrix}(Fe^{\cdot\cdot}, Al, Mg)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Fe, Mg)_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$\left\{\begin{matrix}(Fe^{\cdot\cdot}, Al, Mg)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,5-2}Si_{2,5-2}O_{10}] \\ (Fe, Mg)_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$FeAl_2O_4$ 137
$\left\{\begin{matrix}(Fe^{\cdot\cdot}, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Fe_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH \mid PO_4]_2\cdot 7H_2O$ 245
$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[OH \mid PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 245
$(Fe, Al)_2[(OH)_4 \mid SO_4]\cdot H_2O$ 197
$Fe^{\cdot\cdot}Al_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$ 203
$Fe^{\cdot\cdot}_3Al_2[SiO_4]_3$ 265 (64)
$FeAl_2[(OH)_4 \mid Si_2O_6]$ 300
FeAs 99
$FeAs_2$ 115
FeAsS 116
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}[AsO_4]\cdot 2H_2O$ 238
$Fe^{\cdot\cdot}_3[AsO_4]_2\cdot 8H_2O$ 241
Fe_2C 81
Fe_3C 80
$FeCO_3$ 172 (52)
$Fe[C_2O_4]\cdot 2H_2O$ 346
$(Fe, Ce, Ca, Mg)[(Ti, Ta, Nb, Si?)_2O_6]$ 157
$FeCl_2$ 122
$FeCl_3$ 123
$9FeCl_2\cdot 4AlOOH$ 129
$(Fe, Co, Ni)As_{3-2}$ 117
$FeCr_2O_4$ 138
$FeCr_2S_4$ 112
$(Fe, Cu)[SO_4]\cdot 7H_2O$ 201
$(Fe, Cu, Sb, Pb, Ag)_xS_y$ 110
$(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al, Mg)_6[(OH)_8 \mid Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}]$ 323
$\left\{\begin{matrix}(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2-2}Si_{2,8-2}O_{10}] \\ (Mg, Fe, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317
$Fe(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Al)_2[SO_4]_4\cdot 14H_2O$ 203
$\left\{\begin{matrix}(Fe, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Fe, Mg)_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317
$Fe^{\cdot\cdot}_4Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[(OH)_8 \mid Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2Si_2O_{10}]$ 323
$Fe^{\cdot\cdot}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[OH \mid PO_4]_2$ 229
$Fe^{\cdot\cdot}_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}_6[(OH)_3 \mid PO_4]_4$ 229
$Fe^{\cdot\cdot}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[SO_4]_4\cdot 14H_2O$ 203
$Fe^{\cdot\cdot}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$ 203
$(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{<6}[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ 322
$[Fe^{\cdot\cdot}_{15}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{14}Ti_{64}O_{164}]$ 144
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}H[SO_4]_2\cdot 4H_2O$ 202
$(Fe, Mg)(Al, Cr, Fe)_2O_4$ 138
$(Fe, Mg)_2Al_4[(OH)_4 \mid O_2 \mid (SiO_4)_2]$ (?) 319
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)Al_2[OH \mid PO_4]_2$ 229
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}MgFe^{\cdot\cdot\cdot}O_4$ 137
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2Fe^{\cdot\cdot\cdot}[O_2 \mid BO_3]$ 184
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg)Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[OH \mid (SO_4)_3]_2\cdot 20H_2O$ 211
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg, H_2)_3[(OH)_2 \mid (Si, Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_4O_{10}]$ 303
α-$(Fe, Mg, Mn)_3[Cl \mid B_7O_{13}]$ 185
β-$(Fe, Mg, Mn)_3[Cl \mid B_7O_{13}]$ 185
$\left\{\begin{matrix}(Fe^{\cdot\cdot}, Mg, Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{<3}[(OH)_2 \mid \\ (Si, Al)Si_3O_{10}]X_n(H_2O)_2\end{matrix}\right\}$ 309
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mg, Ni)(Cr, Al)_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$ 203
$(Fe, Mg)_7[OH \mid Si_4O_{11}]_2$ 293
$(Fe, Mg)_2[SiO_4]$ 261
$(Fe, Mg)_2Si_2O_6$ 292
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Al[(OH)_2 \mid PO_4]\cdot H_2O$ 247
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn, Ca)_3[PO_4]_2$ 222
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn, Ca, Mg)_7[F_2 \mid (PO_4)_4]$ 228
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_2[F \mid PO_4]$ 227
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$ 229
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}_6[(OH)_3 \mid PO_4]_4$ 229
$(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot})Al[(O, OH)_2 \mid PO_4]\cdot H_2O$ 247
$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ 152, 155
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_2[OH \mid PO_4]$ 227
$(Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$ 221
$(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_3[PO_4]_2\cdot 3H_2O$ 237
$(Fe, Mn)_2[SiO_4]$ 262
$(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$ 152, 155 (49)
$(Fe, Mn, Zn, Mg)_2[SiO_4]$ 262
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[MoO_4]_3\cdot 7H_2O$ 216
Fe_2N-Fe_3N 81
(Fe, Ni) 81 (33)
α-(Fe, Ni) 80
Fe_2Ni 80
Fe_6Ni 80
$(Fe, Ni, Co)_3P$ 81
$FeNi_2S_4$ 112
$(Fe, Ni)_9S_8$ 93
FeO 136 (40)
Fe_2O_3 143 (44)
γ-Fe_2O_3 144, 162
Fe_3O_4 138
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}_3[O_{1,5} \mid (AsO_4)_2]\cdot 8H_2O$ 241
$\left\{\begin{matrix}Fe^{\cdot\cdot\cdot}_{2,17}[(OH)_2 \mid Al_{0,83}Si_{3,17}O_{10}]^{0,32-} \\ Na_{0,32}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 311

$\left\{Fe_2^{\cdots}[(OH)_2 \mid Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \atop Na_{0,33}(H_2O)_4\right\}$ 311

$Fe_3^{\cdots}[(OH)_3 \mid (AsO_4)_2]\cdot 5H_2O$ 241

$Fe_{20}^{\cdots}[(OH)_{24} \mid (AsO_4, PO_4, SO_4)_{13}]\cdot 9H_2O$ 246

α-FeOOH 163

γ-FeOOH 164

$Fe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid PO_4]$ 232

$Fe_3^{\cdots}[(OH)_3 \mid (PO_4)_2]\cdot 2^1/_2H_2O$ 246

$Fe_3[(OH)_3 \mid (PO_4)_2]\cdot 3H_2O$ 246

$Fe_4^{\cdots}[OH \mid PO_4]_3\cdot 12H_2O$ 246

$Fe_4[(OH)_4 \mid (PO_4, SO_4)_3]\cdot 13H_2O$ 246

$Fe^{\cdots}[OH \mid SO_4]\cdot 1^1/_2H_2O$ 209

$Fe^{\cdots}[OH \mid SO_4]\cdot 3H_2O$ 209

$Fe^{\cdots}[OH \mid SO_4]\cdot 3^1/_2H_2O$ 209

$Fe^{\cdots}[OH \mid SO_4]\cdot 4^1/_2H_2O$ 209

$Fe^{\cdots}[OH \mid SO_4]\cdot 8H_2O$ (?) 210

$Fe_2[(OH)_4 \mid SO_4]\cdot 13H_2O$ (?) 211

$Fe_2^{\cdots}[(OH)_4 \mid WO_4]\cdot 4H_2O$ 217

$Fe[PO_4]$ 221 (46)

$Fe^{\cdots}[PO_4]\cdot 2H_2O$ 238

$Fe^{\cdots}[PO_4]\cdot 3H_2O$ 240

$Fe_3^{\cdot\cdot}[PO_4]_2\cdot 4H_2O$ 239

$Fe_3^{\cdot\cdot}[PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 241

FeS 94, 98, 99, 113 (39)

$Fe_{1,00-0,83}S_{1,00}$ 99

FeS_2 98, 113, 115 (40, 41)

Fe_3S_4 99

Fe(S, As) 113

$Fe_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$ 339

$FeS\cdot nH_2O$ 99

$Fe[SO_4]\cdot H_2O$ 199

$Fe[SO_4]\cdot 5H_2O$ (?) 200

$Fe[SO_4]\cdot 7H_2O$ 201, 202

$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3\cdot 6H_2O$ 202

$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3\cdot 7^1/_2H_2O$ 202

$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3\cdot 9H_2O$ 202

$Fe_2^{\cdots}[SO_4]_3\cdot 10H_2O$ 202

$FeS\cdot Sb_2S_3$ 105

$FeSb_2O_4$ 148

FeSbS 116

$Fe_5^{\cdot\cdot}Sb_2[SiO_4]_5$ 262

FeSe 98 (39)

$FeSe_2$ 115

$Fe_2[SiO_4]$ 262 (61)

$Fe_2[Si_2O_6]$ 290

$FeTe_2$ 115

$Fe_2[TeO_3]_3\cdot 2H_2O$ 168

$Fe_2[TeO_3]_3\cdot xH_2O$ 168

$Fe[TeO_4]$ (?) 214

$FeTiO_3$ 143 (44)

$Fe_2^{\cdot\cdot}Ti^{\cdots\cdot}O_4$ 138

$Fe_2^{\cdots}TiO_5$ 156

$6FeO\cdot 5TiO_2\cdot Sb_2O_5$ 148

$Fe[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 8H_2O$ 253

$Fe[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 10H_2O$ (?) 253

$Fe[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 253

$Fe[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 10\text{–}12H_2O$ 252

$Fe_3^{\cdot\cdot}V_8O_{18}$ 160

$Fe^{\cdots}[VO_4]\cdot H_2O$ 237

$Fe[WO_4]$ 215

$(Fe^{\cdot\cdot}, Zn)Fe_2^{\cdots}[SO_4]_4\cdot 14H_2O$ 203

H

H_2MnO_3 154

H_2O 134

$H_2OFe_3^{\cdots}[(OH)_5H_2O \mid (SO_4)_2]$ 197

$H_2[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 8H_2O$ 253

$H_2[UO_2 \mid (MoO_4)_2]\cdot 3H_2O$ 217

$H_6[(UO_2)_3 \mid (MoO_4)_5]\cdot 9H_2O$ 217

Hg

Hg 78

α-Hg_2Cl_2 121

β-Hg_2Cl_2 121

Hg_6Cl_4O 129

HgJ_2 121

$[Hg_2N]Cl\cdot H_2O$ 129

$[Hg_2N](Cl, SO_4)\cdot xH_2O$ 129

HgO 137

$2HgO\cdot Hg_2Cl_2$ 129

HgS 94, 102 (37)

$HgS\cdot 2Sb_2S_3$ 106

Hg(S, Se) 95

HgSe 94 (37)

HgTe 94 (37)

$Hg_2[TeO_4]$ (?) 214

(Hg, Zn)(S, Se) 95

Ir

Ir 79 (33)

(Ir, Os, . . .) 79 (34)

K

$KAl_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 303 (60, 69)

$KAl_2[(OH, F) \mid (PO_4)_2]\cdot 4H_2O$ 249

$KAl_3[OH \mid (PO_4)_3]\cdot 9H_2O$ 249

$KAl_3[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 196

$KAl[SO_4]_2\cdot 11H_2O$ (?) 204

$KAl[SO_4]_2\cdot 12H_2O$ 204

$K[AlSiO_4]$ 329

α-$K[AlSi_2O_6]$ 330
β-$K[AlSi_2O_6]$ 331
$K[AlSi_3O_8]$ 331, 334 (59, 72)
$K[BF_4]$ 124 (53)
$(K, Ba)[Al(Al, Si)Si_2O_8]$ 335
$(K, Ba)(Al, Mg)_2[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 304
$(K, Ba)_2Na(Ti, Nb)_2[Si_2O_7]_2$ 278
$(K, Ba, Na)Ti[(Si, Al)_2(O, OH)_7]\cdot H_2O$ (?) 284
$(K, Ba)_{1,33}(Ti, Fe^{\cdots})_8O_{16}$ 153
$KCa_2AlBe_2[Si_{12}O_{30}]\cdot{}^1/_2H_2O$ 289
$K_2Ca_4Al_8[(OH)_{10} \mid (PO_4)_8]\cdot 9H_2O$ 249
$KCa[Al_3Si_5O_{16}]\cdot 6H_2O$ 344
$K_2Ca[CO_3]_2$ 175
$K_6Ca_2[CO_3]_5\cdot 6H_2O$ 179
$KCaCl_3$ 121
$K_2Ca_2Cu[SO_4]_4\cdot 2H_2O$ 207
$KCa_4[F \mid (Si_4O_{10})_2]\cdot 8H_2O$ 302
$K_2Ca_2Mg[SO_4]_4\cdot 2H_2O$ 207
$(K, Ca, Na)_{<1}(Al, Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2[(OH)_2 \mid Al_{0,11}Si_{3,89}O_{10}]$ 304
$(K, Ca, Na)_{<1}(Al, Fe^{\cdots}, Fe^{\cdot\cdot}, Mg)_2[(OH)_2 \mid Al_{0,35}Si_{3,65}O_{10}]$ 304
$K_2Ca[SO_4]_2\cdot H_2O$ 207
$K_2Ca_5[SO_4]_6\cdot 1{,}5H_2O$ 207
KCl 119 (40)
$KCl\cdot MgCl_2\cdot 6H_2O$ 127
$KCl\cdot NaCl\cdot MgCl_2\cdot H_2O$ 128
$K_2[CrO_4]$ 194, 214 (61)
$K_2[Cr_2O_7]$ 215
$K_2[CuCl_4(H_2O)_2]$ 127
$K_2Cu[Cl_2 \mid SO_4]$ 196
$K_2Cu[SO_4]_2\cdot 6H_2O$ 206
KF 119, 120 (40)
$KFe^{\cdots}Al[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 304
$K(Fe, Al)_2[OH \mid (PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ 250
$K_3Fe^{\cdots}[C_2O_4]_3\cdot 3H_2O$ 346
$K_2[Fe^{\cdot\cdot}Cl_4(H_2O)_2]$ 127
$K_2[Fe^{\cdots}Cl_5H_2O]$ 127
$K(Fe, Mg)Al[(OH, F)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}]$ 304
$KFe_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 305
$KFe_4^{\cdots}[(OH)_4 \mid (AsO_4)_3]\cdot 6{-}7H_2O$ 250
$KFe_3^{\cdots}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 197
α-$K_5Fe_3^{\cdots}[OH \mid (SO_4)_3]_2\cdot 8H_2O$ 212
$KFe^{\cdots}[SO_4]_2\cdot H_2O$ 204
$KFe^{\cdots}[SO_4]_2\cdot 4H_2O$ 205
$KHCO_3$ 171
$KH[SO_4]$ 193
$K_8H_6[SO_4]_7$ 193
$(K, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 308
$(K, H_2O)(Al_{1,5}Mg_{0,5})[(OH, H_2O)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 308
$(K, H_2O)Al_2[(OH)_2 \mid (Al, Si, H_4)_4O_{10}]$ 308
$(K, H_3O)Al_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 308
$\left\{(K, H_2O)(Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots}, Mg, Al)_{<3}[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]X_n(H_2O)_2\ (?)\right\}$ 308
$(K, H_2O)(Mg, Fe^{\cdots}, Mn)_3[(OH, H_2O)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 308
$(K, H_2O)Mg_3[(OH, H_2O)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 308
$\left\{(K, H_2O)(Mn, Fe^{\cdots}, Mg, Al)_{<3}[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]X_n(H_2O)_2\right\}$ 309
$KLi_2Al[(F, OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ (?) 305
$KLi_{1,5}Al_{1,5}[(F, OH, {}^1/_2O)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 305
$KLiFe^{\cdot\cdot}Al[(F, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 305
$KLiMg_2[F_2 \mid Si_4O_{10}]$ 305
$KMg_2B_{11}O_{19}\cdot 9H_2O$ 186
$KMg[Cl \mid SO_4]$ 196
$KMg[Cl \mid SO_4]\cdot 3H_2O$ 211
$KMg_3[(F, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 304
$K(Mg, Fe^{\cdot\cdot}, Ca)(Al, Fe^{\cdots})_3H_4Si_6O_{20}$ 304
$K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 305
$K_2Mg_2[SO_4]_3$ 193
$K_2Mg[SO_4]_2\cdot 4H_2O$ 206
$K_2Mg[SO_4]_2\cdot 6H_2O$ 206
$K_2Mg_2[V_{10}O_{28}]\cdot 16H_2O$ 257
$K_4[MnCl_6]$ 127
$K_2Mn_8O_{16}$ 153
$K_{<2}Mn_8O_{16}$ 153
$K_2Mn_2[SO_4]_3$ 193
KNO_3 53, 171
$K_2Na[AlF]_6$ 125
$KNa_3[AlSiO_4]_4$ 329, 330
$(K_2, Na_2, Ca)[AlSi_3O_8]_2\cdot 6H_2O$ 342
$(K_2, Na_2, Ca)(Fe^{\cdot\cdot}, Mn)_4(Ti, Zr)[OH \mid Si_2O_7]_2$ 279
$(K, Na)Ca[H_3Al_2Si_9O_{24}]\cdot 6H_2O$ 343
$(K, Na, Ca)(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_2(Al, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdots})_3[(Si, Al)_{12}O_{30}]\cdot H_2O$ 289
$KNa(Ca, Mg, Mn)[Al_4Si_5O_{18}]\cdot 8H_2O$ 342
$KNa_{22}[Cl \mid (CO_3)_2 \mid (SO_4)_9]$ 199
$K_3Na[FeCl_6]$ 127
$K_3Na_9Fe^{\cdots}[OH \mid (SO_4)_2]_3\cdot 9H_2O$ 212
$KNaH_2[Al_4Si_4O_{16}]\cdot H_2O$ 330
$KNaLi_4Al_4[Be_3B_{10}O_{27}]$ 185
$KNa[SO_4]$ 195
$K_3Na[SO_4]_2$ 194, 195, 264
$(K, NH_4)_3Na[SO_4]_2$ 195
$(K, NH_4)_2SO_4$ 194
K_2PbCl_4 131
α-$K_2[SO_4]$ 194, 264 (61)

$K[(Si, Al)_4O_8]$ 332, 334
$K[(Si, Al)_2Si_2O_8]$ 334
$K_2[UO_2 \mid AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 254
$K_2[UO_2 \mid VO_4]_2 \cdot 3H_2O$ 255
$KV_2[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 304
$K_2Zr[Si_3O_9]$ 286
$K_2Zr[Si_6O_{15}]$ 284

La

$(La, Dy, Ce)_2[CO_3]_3 \cdot 8H_2O$ 179
LaF_3 122
La_2MoO_6 148

Li

$LiAl[F \mid PO_4]$ 226
$\left\{\begin{matrix}LiAl_2[(OH)_2 \mid AlBSi_2O_{10}] \\ Al_2(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317
$LiAl[OH \mid PO_4]$ 226
α-$LiAl[SiO_4]$ 261, 330
$LiAl[Si_2O_6]$ 291
$Li[AlSi_4O_{10}]$ 330
$Li_2[BeF_4]$ 261
$Li(Fe'', Mn'')[PO_4]$ 221 (55, 61)
$Li_{<1}(Fe''', Mn'')[PO_4]$ 221
$LiFe[OH \mid PO_4]$ 226
$LiFe[PO_4]$ 261
$(LiH, Sr)Al_2[OH \mid PO_4]_2$ 229
$LiH[(UO_2)_4 \mid (OH)_4 \mid (VO_4)_2] \cdot 2H_2O$ 256
$Li(Mn'', Fe'')[PO_4]$ 221
$Li_{<1}(Mn'', Fe''')[PO_4]$ 221
$Li_2[MoO_4]$ 261
$(Li, Na, Cs, Ca, Sc)_{\ll 1}(Al, Mg)_2(Be, Al)_3[(OH, F)_{\ll 1} \mid Si_6O_{18}]$ 287
$Li_4[Si_2O_6]$ 291

Mg

α-$Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$ 287
γ-$Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$ 287
$MgAl[BO_4]$ 186, 261 (61)
$Mg_{3,2}Al_{2,0}Fe''_{0,8}[(OH)_8 \mid Al_2Si_2O_{10}]$ 323
$MgAl_2O_4$ 137, 138
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{0,66-} \\ Mg_{0,33}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 312
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{0,5-0,9}Si_{3,5-3,1}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 315
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,2-1,5}Si_{2,8-2,5}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$Mg_6Al_2[(OH)_{16} \mid CO_3] \cdot 4H_2O$ 180
$(Mg, Al)(OH, O)(OH, Cl)$ 128
$Mg_2Al_4[O_6 \mid SiO_4]$ 268
$MgAl_2[OH \mid PO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 245
$MgAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$ 203
$Mg_3Al_2[SO_4]_6 \cdot 33H_2O$ 203
$Mg_4Al_2[SO_4]_7 \cdot 36H_2O$ 203
$Mg_6Al_2[SO_4]_9 \cdot 54H_2O$ 203
$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ 265 (64)
$Mg_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 240
$Mg_2[B_2O_5]$ 185
$MgB_2O_4 \cdot 3H_2O$ 186
$MgB_8O_{13} \cdot 4H_2O$ 186
$Mg_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$ 188
$Mg_2B_6O_{11} \cdot 15H_2O$ 188
$Mg_3[BO_3]_2$ 183
$MgCO_3$ 172, 173 (52)
$MgCO_3 \cdot 3H_2O$ 178
$MgCO_3 \cdot 5H_2O$ 178
$(Mg, Ca)_2(Al, Fe''')_{10}[O_5 \mid (SiO_4)_6]$ 269
$MgCl_2$ 122
α-$Mg_3[Cl \mid B_7O_{13}]$ 185
β-$Mg_3[Cl \mid B_7O_{13}]$ 185
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 123
$MgCr_2O_4$ 138
$Mg_6Cr_2[(OH)_{16} \mid CO_3] \cdot 4H_2O$ 180
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Cr)_3[(OH)_2 \mid Cr'''Si_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 318
$Mg_3Cr_2'''[SiO_4]_3$ 265 (64)
MgF_2 121 (48)
$Mg_3[F_3 \mid BO_3]$ 184
$Mg_3[(F, OH)_3 \mid BO_3]$ 184
$Mg_9[(F, OH)_2 \mid (SiO_4)_4]$ 228
$Mg_2[F \mid PO_4]$ 227
$(Mg, Fe, Al)_4(Al, B)_6[(O, OH)_{5-6} \mid (SiO_4)_4]$ 268
$(Mg, Fe'')_3(Al, Fe''')_4[(OH)_3 \mid (PO_4)_2]_2 \cdot 2H_2O$ 246
$(Mg, Fe)_6(Al, Fe)[OH \mid (Si, Al)_4O_{11}]_2$ 296
$\left\{\begin{matrix}Mg_{2,36}Fe'''_{0,48}Al_{0,16}[(OH)_2 \mid \\ Al_{1,28}Si_{2,72}O_{10}]^{0,64-}Mg_{0,32}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 312
$\left\{\begin{matrix}(Mg, Fe, Al)_3[(OH)_2 \mid Al_{1,5-2}Si_{2,5-2}O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316
$(Mg, Fe'')Al_2[OH \mid PO_4]_2$ 229
$(Mg, Fe'')_2Al_2SiO_5(OH)_4$ 313
$(Mg, Fe, Ca)_2[Si_2O_6]$ 290
$\left\{\begin{matrix}Mg_{1,5}(Fe''', Fe'', Al)_{1,5}[(OH)_2 \mid \\ AlSi_3O_{10}]^{x-}Ca_{0,24}(H_2O)_y\end{matrix}\right\}$ 313
$(Mg, Fe''', Fe'')_{\leq 4}[(H_2O)_3 \mid (OH)_2 \mid Si_6O_{15}] \cdot 3H_2O$ 328
$(Mg, Fe'')_2Fe'''[O_2 \mid BO_3]$ 184

$\left.\begin{matrix}(Mg, Fe^{\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid \\ Al_{0-0,9}Si_{4-3,1}O_{10}](Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 316

$(Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{\leq 2,5}[(H_2O)_2 \mid OH \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$ 328

$(Mg, Fe, Ni)O\cdot 2Al_2O_3\cdot 3SiO_2\cdot 4H_2O$ 323

$MgFe_2O_4$ 138

$\left.\begin{matrix}(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 314

$\left.\begin{matrix}(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 314

$Mg_6Fe^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_{13} \mid CO_3]\cdot 4H_2O$ 180

$Mg_6Fe_2[(OH)_{16} \mid CO_3]\cdot 4H_2O$ 180

$MgFe^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid (SO_4)_2]\cdot 7H_2O$ 210

$(Mg, Fe)_7[OH \mid Si_4O_{11}]_2$ 296

$\left.\begin{matrix}(Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(O, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}] \\ (Mg, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 314

$MgFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[SO_4]_4\cdot 18H_2O$ 203

$(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ 261 (55, 59, 168)

$(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$ 290, 292

$(Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3Si_2O_5(OH)_4$ 313

$(Mg, Fe)_3Ti[O \mid BO_3]_2$ 184

$MgH[AsO_4]\cdot 7H_2O$ 242

$MgHBO_3$ 182

$(Mg, H)_{2,67}Fe^{\cdot\cdot\cdot}{}_{0,84}Al_{0,53}[(OH)_8 \mid Al_{0,07}Si_{3,93}O_{10}]$ 321

$Mg_{2,5}[(H_2O)_2 \mid OH \mid Si_4O_{10}]\cdot 2H_2O$ 328

$Mg_4[(H_2O)_3 \mid (OH)_2 \mid Si_6O_{15}]\cdot 3H_2O$ 328

$Mg(H_3O)_2[UO_2 \mid SiO_4]_2\cdot 3H_2O$ 276

$MgH[PO_4]\cdot 3H_2O$ 240

$MgH[PO_4]\cdot 7H_2O$ 241

$Mg_3H_6[Si_8O_{22}]\cdot 2H_2O$ 323

$\left.\begin{matrix}(Mg, Li)_3[(OH, F)_2 \mid Si_4O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 312

$\left.\begin{matrix}Mg_2(Mg, Fe)[(OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]^{2x-} \\ Mg_x(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 313

$\left.\begin{matrix}Mg_{2,88}Mn_{0,02}Fe^{\cdot\cdot}{}_{0,02}[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]^{0,16-} \\ X_{0,16}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 312

$(Mg, Mn)HBO_3$ 182

$(Mg, Mn^{\cdot\cdot})_2Mn^{\cdot\cdot\cdot}[O_2 \mid BO_3]$ 184

$(Mg, Mn)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$ 231

$Mg[NO_3]_2\cdot 2H_2O$ 171

$MgNb_2O_6$ 155

$\left.\begin{matrix}(Mg, Ni, Al)_3[(OH)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}] \\ (Mg, Ni)_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317

MgO 136 (40, 44)

$Mg(OH)_2$ 162 (50, 51, 62, 88)

$\left.\begin{matrix}Mg_3[(OH)_2 \mid Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4\end{matrix}\right\}$ 312

$Mg_2[(OH)_2 \mid CO_3]\cdot 3H_2O$ 180

$Mg_5[OH \mid (CO_3)_2]_2\cdot 4H_2O$ 179

$Mg_3[(OH, F)_2 \mid SiO_4]$ 269 (63)

$Mg_5[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_2]$ 269 (63)

$Mg_7[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_3]$ 269 (63)

$Mg_9[(OH, F)_2 \mid (SiO_4)_4]$ 269 (63)

$Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]$ 303

$Mg_6[(OH)_8 \mid Si_4O_{10}]$ 322

$Mg_7[OH \mid Si_4O_{11}]_2$ 293

$\left.\begin{matrix}Mg_3[(OH)_2 \mid Si_4O_{10}]\ ? \\ Mg_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 315

$MgO\cdot SiO_2\cdot H_2O$ 323

$5MgO\cdot 3SiO_2\cdot 2^1/_2\text{-}4H_2O$ 323

$5MgO\cdot 4SiO_2\cdot 4H_2O$ 323

$2MgO\cdot W_2O_5\cdot SiO_2\cdot nH_2O$ 217

$Mg_3[PO_4 \mid BOOH]_2\cdot 7H_2O$ 189

$Mg_3[PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 240

$Mg_3[SO_4 \mid B_2O_5]\cdot 4^1/_2H_2O$ 189

$Mg[SO_4]\cdot H_2O$ 199

$Mg[SO_4]\cdot 2H_2O$ 200

$Mg[SO_4]\cdot 4H_2O$ 200

$Mg[SO_4]\cdot 5H_2O$ 200

$Mg[SO_4]\cdot 6H_2O$ 200

$Mg[SO_4]\cdot 7H_2O$ 201

$MgSb_2O_6$ 152 (48)

$Mg_2[SiO_4]$ 261 (61)

$Mg_2[Si_2O_6]$ 290, 292

$(Mg, Th, Ca, Pb)_3[UO_2 \mid SiO_4]_2\cdot (n+4)H_2O$ 277

$MgTiMgO_4$ 137

$Mg[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 4H_2O$ 253

$Mg[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot 10H_2O$ 253

$Mg_2[UO_2 \mid (CO_3)_3]\cdot 18H_2O$ 181

$Mg[UO_2 \mid PO_4]_2\cdot 10H_2O$ 252

$Mg[UO_2 \mid SiO_3OH]_2\cdot 5H_2O$ 276

$(Mg, Zn, Mn)_7[(OH)_{12} \mid SO_4]\cdot 4H_2O$ 209

$(Mg, Zn, Mn)_8[(OH)_{14} \mid SO_4]\cdot 4H_2O$ (?) 209

Mn

$\left.\begin{matrix}(Mn, Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid (Al, Si)Si_3O_{10}] \\ Mn_3(OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317

$MnAl_2O_4$ 137

$MnAl_2[(OH)_4 \mid Si_2O_6]$ 300

$MnAl_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$ 203

$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$ 265 (64)

$MnAs$ 97

$Mn_3[AsO_3]_2$ 167

$Mn_5As_2^{\cdot\cdot\cdot}[O_6 \mid SiO_4]\cdot H_2O$ 270

$MnBe[(OH, F) \mid PO_4]$ 226

$MnCO_3$ 172 (52)

$(Mn, Ca)_2NaH[SiO_3]_3$ 298

$Mn_5Ca[PO_4]_4\cdot 4H_2O$ 237

$(Mn, Ca, Pb)_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}[AsO_4]_3\cdot 3H_2O$ 244

$(Mn, Ca, Pb, Mg)_3[AsO_4]_2$ 222

$(Mn, Ca)_4(Zn, Mg, Fe)_2[(OH)_5O_2 \mid AsO_4]$ 231
$MnCl_2$ 122
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})Al[(OH)_2 \mid PO_4]\cdot H_2O$ 247
$(Mn, Fe, Ca)[SiO_3]$ 297
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[F \mid PO_4]$ 227
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})Fe^{\cdot\cdot\cdot}_4[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$ 229
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_5H_2[PO_4]_4\cdot 4H_2O$ 237
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_5H_2[PO_4, (OH)_4]_4\cdot 4H_2O$ 237
$MnFe_2O_4$ 138
$(Mn, Fe)_2O_3$ 142
$(Mn, Fe)_3O_4$ 139
$(Mn, Fe)_{14}[(OH, Cl)_{14} \mid Si_{14}O_{35}]$ 326
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_2[OH \mid PO_4]$ 227
$MnFe^{\cdot\cdot\cdot}_2[OH \mid PO_4]_2\cdot H_2O$ 246
$MnFe^{\cdot\cdot\cdot}_2[OH \mid PO_4]_2\cdot 8H_2O$ 245, 246
$(Mn, Fe)_{14}[(OH)_{14} \mid (Si, As)_{14}O_{35}]$ 326, 327
$6(Mn, Fe)O\cdot Sb_2O_3$ (?) 148
$8(Mn, Fe)O\cdot Sb_2O_5$ (?) 148
$(Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})[PO_4]$ 221
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot})_3[PO_4]_2\cdot 3H_2O$ 237
$(Mn, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_{<3}[PO_4]_2\cdot 3H_2O$ 238
$(Mn, Fe)[SiO_3]$ 297
$(Mn, Fe)_2[SiO_4]$ 262
$Mn_3Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2[SiO_4]_3$ 265 (64)
$(Mn, Fe)[WO_4]$ 215
$(Mn, Fe, Zn)_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$ 339
$MnHBO_3$ 182
$(Mn, Mg, Al)_6[(OH)_8 \mid (Si, Al)_4O_{10}]$ 323
$(Mn, Mg)_3[AsO_4]_2\cdot 8H_2O$ 240
$(Mn, Mg)_5As^{\cdot\cdot\cdot}_2[(OH)_2O_5 \mid SiO_4]$ 232 (56)
$(Mn, Mg, Cu)_5[(OH, Cl) \mid (AsO_3)_3]$ 167
$(Mn, Mg, Fe)_{4,0}As_{0,7}Si_3O_9(OH)_4$ 327
$(Mn, Mg, Fe)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$ 231 (56)
$\left.\begin{matrix}(Mn,Mg,Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3[(OH)_2 \mid (Si,Fe^{\cdot\cdot\cdot})Si_3O_{10}] \\ (Mn,Mg,Fe^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_6\end{matrix}\right\}$ 317
$(Mn, Mg, Fe^{\cdot\cdot})_3[PO_4]_2$ 222
$(Mn^{\cdot\cdot}, Mg)_5(Mn^{\cdot\cdot\cdot}, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_8[(OH)_5 \mid (PO_4)_4]_2\cdot 15H_2O$ 246
$(Mn, Mg, Na)Fe^{\cdot\cdot\cdot}_2Be_2[PO_4]_4\cdot 6H_2O$ 236
$(Mn, Mg)_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2\cdot 5H_2O$ 248
$Mn_4MnAl_5[(OH)_2 \mid (V, As)O_4 \mid (SiO_4)_5]\cdot 2H_2O$ 282
$MnMn_2O_4$ 139
$Mn^{\cdot\cdot}_2Mn^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_4 \mid AsO_4]$ 231
$(Mn^{\cdot\cdot}, Mn^{\cdot\cdot\cdot})_3(O, OH)_4$ 139
$Mn^{\cdot\cdot}Mn^{\cdot\cdot\cdot\cdot}_6[O_8 \mid SiO_4]$ 270
$(Mn, Na, Ca)_3(Al, Mn)_2[PO_3(OH, F)]_3$ 223
MnO 136 (40)
MnO_2 151, 153, 154
α-MnO_2 151
β-MnO_2 151 (48)
γ-MnO_2 152, 163
δ-MnO_2 152, 154
ε-MnO_2 152
Mn_2O_3 142, 268, 270
Mn_3O_4 163
$Mn(OH)_2$ 162 (51)
$Mn_2[OH \mid AsO_4]$ 227
$Mn_4[(OH)_5 \mid AsO_4]$ 231
$Mn_5[(OH)_2 \mid AsO_4]_2$ 230
$Mn_7[(OH)_4 \mid AsO_4]_2$ 231
$Mn_3[(OH)_3 \mid AsO_4]\cdot H_2O$ 248
$Mn_2(OH)_3Cl$ 128
$MnO_2\cdot nH_2O$ 154
$Mn_5[(OH)_2 \mid (SiO_4)_2]$ 269
$Mn_7[(OH)_2 \mid (SiO_4)_3]$ 269
α-$MnOOH$ 163
γ-$MnOOH$ 163
$3MnO_2\cdot PbO\cdot H_2O$ 153
$MnO_2\cdot {}^1/_2ZnO\cdot H_2O$ 154
$Mn_3[PO_4 \mid BO_3]\cdot 3H_2O$ 189
MnS 94
α-MnS 100, 101 (40)
β-MnS 101 (37)
γ-MnS 101 (38)
MnS_2 113 (41)
$Mn[SO_4]\cdot H_2O$ 199, 200
$Mn[SO_4]\cdot 4H_2O$ 200
$Mn[SO_4]\cdot 7H_2O$ 201, 202
$Mn_{14}Sb_2(Al,Fe)_4[O_{21} \mid (SiO_4)_2]$ 270
$MnSb_2O_6$ 155
$Mn_2[SiO_4]$ 261, 262 (61)
$MnTiO_3$ 144 (44)
$Mn[WO_4]$ 215
$(Mn, Zn)_7[(OH)_5 \mid CO_3]_2$ 176
$MnZn_2[(OH)_2 \mid SiO_4]$ 269
$(Mn, Zn)_{16}Sb_2[O_{13} \mid (SiO_4)_4]$ 270

Mo

MoO_3 161
$Mo_3O_8 + aq. \pm H_2SO_4$ 161
$MoO_3\cdot 2H_2O$ 161
MoS_2 116 (41, 42)

Na

$Na_3[AlF_6]$ 125
α-$Na_3[AlF_6]$ 125
β-$Na_3[AlF_6]$ 125
$Na_5[Al_3F_{14}]$ 126
$NaAl[F \mid AsO_4]$ 232 (66)

$Na_3Al_2[LiF_4]_3$ 265 (64, 125)
$Na_x(Al_{2-x}Mg_x)(F,OH)_6 \cdot H_2O$, $x \sim 3/8$ 126
$NaAl[(OH)_2 \mid CO_3]$ 176
$NaAl_3[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 303
$NaAl_3[(OH)_2 \mid PO_4]_2$ 233
$NaAl_3[(OH)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$ 249
$NaAl_3[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 196
$Na_3Al_2[PO_4]_3$ 223 (64)
$NaAl[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$ 204
$NaAl[SO_4]_2 \cdot 11H_2O$ (?) 204
$NaAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$ 204
$Na[AlSiO_4]$ 330
$NaAl[Si_2O_6]$ 288
$NaAlSi_3O_8$ 333
$Na[AlSi_3O_8]$ 331, 333
$Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ 330
$Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$ 340
$Na[BF_4]$ 124, 194
$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ 186
$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$ 186
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 187
$Na[BSi_3O_8]$ 335
$NaB[Si_2O_6] \cdot H_2O$ 285
$NaBa(Ti, Fe)_3[Si_4O_{15}]$ 284
$Na_2[BeF_4]$ 194, 265
α-$Na_2[BeF_4]$ 261 (61)
β-$Na_2[BeF_4]$ 194
$NaBe[PO_4]$ 221 (56)
$Na[BePO_4]$ 330
$Na_2[BeSi_2O_6]$ 149, 330
$Na[BeSi_3O_7OH]$ 301
$Na_2CO_3 \cdot H_2O$ 178
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 178
$Na_6[CO_3 \mid (SO_4)_2]$ 199
$NaCa_2[Al_2(Al, Si)Si_2O_{10}]_2 \cdot 5H_2O$ 340
$NaCa[AlF_6] \cdot H_2O$ 126
$Na_2Ca_3Al_3H[F_6 \mid (PO_4)_4] \cdot 8H_2O$ 249
$NaCa_3AlMg_{10}[(OH)_3O \mid AlSi_{15}O_{44}]$ 294
$(Na, Ca)Al_2[(OH)_2 \mid Al(Al, Si)Si_2O_{10}]$ 304
$Na_4Ca_2Al_3[(OH, F)_8 \mid (PO_4)_3]$ 234
$(Na, Ca)Al_3[(OH, O)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$ 250
$Na_2Ca_5Al_8[(OH)_{12} \mid (PO_4)_8] \cdot 6H_2O$ 249
$Na_4CaAl_2[O(OH, F)_4 \mid (PO_4)_2]$ 234
$(Na_2, Ca)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ 344
$Na_2Ca[Al_2Si_4O_{12}]_2 \cdot 16H_2O$ 345
$Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3 \cdot 8H_2O$ 340
$NaCa_5[Al_{10}Si_3P_5O_{30}(OH)_{18}] \cdot 8H_2O$ 331
$NaCaB_5O_9 \cdot 5H_2O$ 187
$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$ 187
$Na_2Ca_2[CO_3]_3$ 175
$Na_2Ca[CO_3]_2 \cdot 2H_2O$ 179
$Na_2Ca[CO_3]_2 \cdot 5H_2O$ 179
$(Na_2, Ca)_4[CO_3 \mid (H_2O)_{0-3} \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$(Na, Ca, Ce)_2(Al, Ce, La, Nd)_3[OH \mid ((Si, P)O_4)_3] \cdot H_2O$ 275
$Na(Ca, Ce)_2(Ti, Ce)[F \mid (SiO_4)_2]$ 274
$(Na, Ca)(Fe, Mn)_2[PO_4]_2$ 222
$(Na, Ca)(Fe^{\cdot\cdot}, Ti, Al, Fe^{\cdot\cdot\cdot})_5[O_3 \mid Si_4O_{11}]$ (?) 296
$(Na, Ca)_3(Fe, Ti, Zr)[F \mid (SiO_4)_2]$ 273
$(Na, Ca, Fe)_6Zr[(OH, Cl) \mid (Si_3O_9)_2]$ 286
$(Na, {}^1/_2Ca, {}^1/_2Mg)Al_4[(OH)_8 \mid AlSi_3O_{10}]$ 321
$Na_2Ca_4(Mg, Fe)_{10}[(OH)_2O_2 \mid Si_{16}O_{44}]$ 294
$NaCa_2(Mg, Mn)_2[AsO_4]_3$ 64
$NaCa_2Mg_2[PO_4]_3$ 223
$(Na, Ca)(Mn, Fe)_2[PO_4]_2$ 222
$(Na_{0,7}Ca_{0,3})Mn_7O_{14} \cdot 2{,}8H_2O$ 154
$(Na, Ca, Mn)_3Zr[F \mid (SiO_4)_2]$ 273
$(Na, Ca)_2(Nb, Ta, Ti)_2O_6(OH, F, O)$ 146
$(Na, Ca)(Nb, Ti, Mg, Fe, Mn)[OH \mid SiO_4]$ 273
α-$NaCa[PO_4]$ 194
$(Na_{0,53}Ca_{0,26}Pb_{0,26}Th_{0,6}U_{0,02}H_2O_{0,88})U_2(O_{6,93}H_2O_{0,07})$ 167
$(Na, Ca)_{8-4}[(SO_4)_{2-1} \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$(Na, Ca)_8[(SO_4, S, Cl)_2 \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$Na_2(Ca, Sr, Ba, Ce, La)_4[CO_3]_5$ 175
$Na_4Ca_4Ti_4[(O, OH, F)_3 \mid SiO_4]_3$ 272
$(Na, Ca)Ti[(O, OH) \mid (Si, P)O_4]$ (?) 272
$Na_2Ca[UO_2 \mid (CO_3)_3] \cdot 6H_2O$ 182
$NaCa_3[UO_2 \mid F \mid SO_4 \mid (CO_3)_3] \cdot 10H_2O$ 182
$Na_4Ca_{16}(Y, La)_3(Zr, Ce)_6[F_{12} \mid (BO_3)_3 \mid (SiO_4)_{12}]$ 276
$(Na, Ce, Ca)_5[F \mid (SiO_4, PO_4)_3]$ 235
$Na_4(Ce, La \ldots)_{1,5}(Sr, Mn, Ca, Mg)_3Si_8O_{23}$ 285
$Na_2Ce(Mn, Ta, Fe \ldots)H_2[(Si, P)O_4]_3$ 273
$(Na, Ce, Th)_{1-x}(Ti, Nb)[O_{3-x}(OH)_x]$ 145
NaCl 119, 121 (40, 42, 97)
$Na_8[Cl_2 \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$Na_2[Cl \mid B(OH)_4]$ 190
$NaCl \cdot 2H_2O$ 123
$Na_8[(Cl_2, SO_4, CO_3) \mid (AlSi_3O_8)_6]$ 339
$Na_2Co[CSN]_4 \cdot 8H_2O$ 347
$Na_2Cu[CO_3]_2 \cdot 3H_2O$ 179
$Na_3(Cu, Ca)_3[(OH)_3 \mid (AsO_4)_2] \cdot 1{}^1/_2H_2O$ 250
$NaCu_2[OH \mid (SO_4)_2] \cdot H_2O$ 211
$Na_2Cu[SO_4]_2 \cdot 2H_2O$ 205, 242
NaF 119 (40)
$Na_3[F \mid Cl \mid SO_4]$ 198
$Na_6[F \mid Cl \mid (SO_4)_2]$ 198
$Na_4Fe^{\cdot\cdot}Al_4H_4Si_8O_{27}$ 327
$NaFe^{\cdot\cdot}_3Al_6[(OH)_{1+3} \mid (BO_3)_3 \mid Si_6O_{18}]$ 288

$Na_2(Fe, Mg)_4(AlO)_{16}[(OH)_3 \mid BO_3 \mid (SiO_4)_5]$ 275
$Na_{<1}[Fe''', Mn'')[PO_4]$ 222
$Na_2(Fe'', Mn'')_5[PO_4]_4$ 223
$NaFe_3'''[(OH)_4 \mid (PO_4)_2]\cdot 2H_2O$ 250
$NaFe_3'''[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 197
$Na_2Fe'''[OH \mid (SO_4)_2]\cdot 1^1/_2H_2O$ 212
$Na_2Fe'''[OH \mid (SO_4)_2]\cdot 3H_2O$ 212
$Na_3Fe'''[SO_4]_2\cdot 3H_2O$ 205
$NaFe'''[SO_4]_2\cdot 6H_2O$ 204
$NaFe'''[Si_2O_6]$ 288
$Na_2FeTi[Si_4O_{12}]$ 286 (58)
$NaHCO_3$ 171
$Na_3H[CO_3]_2\cdot 2H_2O$ 179
$(Na, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 307
$(Na, K)(Al, Mg, Fe, Li)_{2-3}[(OH, F)_2 \mid AlSi_3O_{10}]$ 305
$(Na, K)[(Al, Si)_4O_8]$ 333
$(Na, K, Ca)(Fe, Al, Mg)[Si_2O_6]\cdot 2H_2O$ 285
$(Na, K, Ca)(Nb, Ti)[Si_2O_7]\cdot 2H_2O$ 278
$(Na, K)_6Ca_2[(SO_4)_2 \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$(Na, K, Ce, Y, U, Pb)(Nb, Ti, Ta)_2(O, OH)_7$ 147
$(Na, K)_2Fe''(Al, Fe''')_2Si_5O_{15}\cdot H_2O$ 305
$(Na, K)_2H_2[V_6O_{17}]\cdot 8H_2O$ 257
$(Na, K)_2Mg[OH \mid Al_3Si_{15}O_{36}]\cdot 9H_2O$ 343
$(Na, K)(Mn, Al, Mg, Ca)_3[(OH)_2(OH, H_2O)_2 \mid (Si, Al)Si_3O_{10}]$ 319
$(Na, K, Mn)_2Fe''(Fe''', Al, Mg, Ti)H[(Si, AlH)_8O_{20}]$ 284
$(Na, K)_2[Si_3O_7]$ (?) 284
$Na(Li, Al)_3Al_6[(OH)_{1+3} \mid (BO_3)_3 \mid Si_6O_{18}]$ 288
$Na_3Li_3[AlF_6]_2$ 125
$(Na, Li)_4As_2Sb_8S_{17}\cdot 6H_2O$ 117
$NaLi[BeF_4]$ 262
$Na_2Li[Be_2F_7]$ 278
$(Na, Li)[(OH, F) \mid PO_4]$ 226
$Na_2Mg[AlF_7]$ 126
$NaMg_3Al_6[(OH)_{1+3} \mid (BO_3)_3 \mid Si_6O_{18}]$ 288
$Na_2Mg[CO_3]_2$ 175
$Na_3Mg[Cl \mid (CO_3)_2]$ 176
$NaMgFe'''[C_2O_4]_3\cdot 8-9H_2O$ 346
$Na_3Mg[PO_4 \mid CO_3]$ 177
$Na_6Mg[SO_4]_4$ 193
$Na_6Mg_2[SO_4 \mid (CO_3)_4]$ 176, 199
$Na_2Mg[SO_4]_2\cdot 2H_2O$ 205
$Na_2Mg[SO_4]_2\cdot 4H_2O$ 205
$Na_2(Mn'', Fe'', Ca, H_2)_5[PO_4]_4$ 223
$Na(Mn'', Fe'')[PO_4]$ 221
$Na_{<1}(Mn'', Fe''')[PO_4]$ 222
$Na_2(Mn'', Fe'')_5[PO_4]_4$ 223
$NaNO_3$ 170 (52)
$Na_2[OH \mid AlSi_3O_8]$ 339
Na_2SO_4 194
α-Na_2SO_4 194
δ-Na_2SO_4 194
$Na_8[SO_4 \mid (AlSiO_4)_6]$ 338
$Na_3[SO_4 \mid NO_3]\cdot H_2O$ 171
$NaSbBe_4O_7$ 140
$Na_2[SiF_6]$ 124
$Na_4[Si_2O_6]$ 291
$NaSr_2[AlF_6]\cdot[AlF_5H_2O]$ 125
$NaSr_2Al_2(F, OH)_{11}$ 125
$Na_2Sr_2Al_2[F_9 \mid PO_4]$ 234
$Na_3Sr_2Ti_3[(O, OH, F) \mid (SiO_4)_2]_2$ 274
$Na_2(Ti, Fe)[(O, OH, F) \mid Si_4O_{10}]$ 302
$NaTi[OH \mid SiO_4]$ (?) 272
$Na_2Ti_2[O_3 \mid Si_2O_6]$ 300
$Na_2U_2O_7$ 167
$Na_2[UO_2 \mid AsO_4]_2\cdot aqu.$ 253
$Na_2(Zn, Mg, H_2)[OH \mid Al(Si, Be)_3O_8]_2$ 338
$Na_2Zr[Si_3O_9]\cdot H_2O$ 286
$Na_2Zr[Si_6O_{15}]\cdot 3H_2O$ 284

NH_4

$NH_4Al[SO_4]_2\cdot 12H_2O$ 204
$NH_4B_5O_8\cdot 2^1/_2H_2O$ 187
NH_4Br 120, 121 (40, 42)
$(NH_4)_2[C_2O_4]\cdot H_2O$ 346
$(NH_4)_2Ca[SO_4]_2\cdot H_2O$ 206
NH_4Cl 120, 121 (40, 44)
α-NH_4Cl 120
$NH_4Cr[SO_4]_2\cdot 12H_2O$ 204
$NH_4Fe_3'''[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 197
NH_4HCO_3 172
$(NH_4)_3H[SO_4]_2$ 194
NH_4J 120, 121 (40, 42)
$(NH_4)Mg_3H_2[PO_4]_3\cdot 8H_2O$ 243
$(NH_4)_2MgH_2[PO_4]_2\cdot 4H_2O$ 243
$(NH_4)_2Mg_3H_4[PO_4]_4\cdot 8H_2O$ 243
$NH_4Mg[PO_4]\cdot 6H_2O$ 242
$(NH_4)_2Mg[SO_4]_2\cdot 6H_2O$ 206
NH_4NO_3 171
NH_4NO_3 – IV 171
$(NH_4)NaH[PO_4]\cdot 8H_2O$ 243
$(NH_4)Na[SO_4]\cdot 2H_2O$ 206
$(NH_4)_2[SO_4]$ 194

Ni

NiAs 80, 88, 98, 99, 100, 113 (38, 39)
$NiAs_2$ 115

$NiAs_{3-2}$ 117
Ni_3As 87
Ni_4As_3 87
$Ni_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$ 241
NiAsS 114 (41)
Ni(As, Sb) 99
α-$Ni_3(Bi, Pb)_2S_2$ 93
$(Ni, Co)_9(Bi, Sb)_2S_8$ (?) 87
$(Ni, Co)H[AsO_4] \cdot 3–4H_2O$ 240
$(Ni, Cu, Co)Se_2$ 113
(Ni, Fe) 80 (33)
$(Ni, Fe, Co)S_2$ 113
$NiFe_2O_4$ 138
$(Ni, Fe)_3S_4$ 100
NiO 136
$Ni_3[(OH)_4 \mid CO_3] \cdot 4H_2O$ 180
β-$Ni_3Pb_2S_2$ 93
β-$Ni_3Pb_2Se_2$ 93
NiS 98
β-NiS 100
γ-NiS 98, 100 (39)
NiS_2 113, 114 (41)
Ni_3S_2 93, 94
Ni_3S_4 112
$Ni[SO_4] \cdot 6H_2O$ 201
α-$Ni[SO_4] \cdot 6H_2O$ 200
$Ni[SO_4] \cdot 7H_2O$ 202
NiSb 99 (39)
Ni(Sb, Bi)S 114
NiSbS 114
NiSe 98, 100 (39)
$NiSe_2$ 114 (41)
$Ni[SeO_3] \cdot 2H_2O$ 168
$NiTe_2$ 88 (51)

Os

(Os, Ir, . . .) 79 (34)

Pb

Pb 77 (33)
$PbAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$ 234
$PbAl_2[(OH)_4 \mid (CO_3)_2] \cdot 2H_2O$ 181
$PbAl_3[(OH)_6 \mid SO_4AsO_4]$ 197
$PbAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$ 197
$Pb_3AsO_{<4}Cl_{<2}$ 132
$Pb_{27}As_{14}S_{48}$ 109
$Pb_3Bi_5S_{11}$ (?) 111
$PbBi_2SSe_2$ (?) 102
$PbCO_3$ 174 (53)
(Pb, Ca, Ba)$_4$B[Si_6O_{17}(F, OH)] 285
$Pb_6Ca_4[Cl_2 \mid (Si_2O_7)_3]$ 280
$PbCa_3H_6[SO_4 \mid (SiO_4)_3]$ 272
$Pb_6Ca_4[(OH)_2 \mid (Si_2O_7)_3]$ 280
$PbCl_2$ 131
$Pb_3[Cl_3 \mid AsO_4]$ 236
$Pb_5[Cl \mid (AsO_3)_3]$ 167
$Pb_5[Cl \mid (AsO_4)_3]$ 235 (57)
$Pb_2[Cl_2 \mid CO_3]$ 178
$PbCl_2 \cdot Cu(OH)_2$ 130
$5PbCl_2 \cdot 4Cu(OH)_2 \cdot AgCl \cdot 1^1/_2 H_2O$ 130
$5PbCl_2 \cdot 4Cu(OH)_2 \cdot 2^1/_2 H_2O$ 130
$5PbCl_2 \cdot 5Cu(OH)_2 \cdot {}^1/_2 H_2O$ 130
$Pb_{14}[Cl_4 \mid O_9 \mid (AsO_4)_2]$ 236
$2PbClOH \cdot Cu(OH)_2$ 130
$Pb_5[Cl_3O_3 \mid JO_3]$ 168
$Pb_5[Cl \mid (PO_4)_3]$ 235 (57)
$PbCl_2 \cdot 2PbO$ 132
$PbCl_2 \cdot 6PbO$ 132
$Pb_5[Cl \mid (VO_4)_3]$ 235 (57)
$Pb[ClO_4]$ 214, 225 (53)
$(Pb, Cu)_{<1}[(Cr, P)O_4]$ 214
$Pb(Cu, Fe, Al)[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]$ 197
$PbCu_6O_8$ 136
$Pb_2Cu_4[O_2 \mid Cl_6 \mid SO_4] \cdot 4H_2O$ 212
$PbCu[OH \mid AsO_4]$ 232
$PbCu_3[OH \mid AsO_4]_2$ 234
$PbCu_3[(OH)_2 \mid (CO_3)_3]$ 176
$Pb_5Cu_2[(OH)_6 \mid CO_3 \mid (SO_4)_3]$ 199
$Pb_2Cu[(OH)_3 \mid PO_4] \cdot 3H_2O$ 251
$PbCu[(OH)_2 \mid SO_4]$ 196
$Pb_4Cu[(O, OH, Cl)_3 \mid CO_3 \mid (SO_4)_2]$ 199
$Pb(Cu, Zn)[OH \mid VO_4]$ 233
PbFCl 131
$PbFe_2^{\cdot\cdot\cdot}[OH \mid AsO_4]_2$ 234
$Pb^{\cdot\cdot}Fe_6^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_6 \mid (SO_4)_2]_2$ 197
$PbFe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_6 \mid SO_4AsO_4]$ 198
$PbFe_3^{\cdot\cdot\cdot}[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$ 198
$Pb_3Fe_4^{\cdot\cdot\cdot}[O \mid SiO_4]_3$ 275
$PbH[AsO_4]$ 224
$PbK_2[SO_4]_2$ 194, 224
$Pb_2Mg_2[(OH)_2 \mid Si_2O_7]$ 279
$Pb_2(Mn, Fe)[VO_4]_2 \cdot H_2O$ 244
$Pb_3MnH[AsO_3]_3$ 167
$Pb_2Mn_8O_{16}$ 153
$Pb_{\leq 2}Mn_8O_{16}$ 153
$PbMn[OH \mid VO_4]$ 233
$Pb_3Mn_4^{\cdot\cdot\cdot}[O \mid SiO_4]_3$ 275
$Pb[MoO_4]$ 216 (54)
$Pb[(Mo, W)O_4]$ 216
$PbNa_2[OH \mid Cl \mid SO_4]$ 198

α-PbO 137
β-PbO 137
PbO_2 151 (48)
Pb_3O_4 140
$Pb_3O_2Cl_2 \cdot CuCl_2$ 130
$Pb_3[O \mid (CrO_4)_2]$ 215
$PbO \cdot 2Fe_2O_3$ 140
$PbO \cdot 6Fe_2O_3$ 140
$Pb_3[OH \mid CO_3]_2$ 177
PbOHCl 131
Pb_2OHCl_3 132
$Pb_3(OH)_2Cl_4$ 131
$Pb_4[(OH)_2 \mid SO_4 \mid (CO_3)_2]$ 199
$Pb_3[(OH)_2 \mid UO_2 \mid PO_4]_2 \cdot 3H_2O$ 256
$PbO \cdot MnOOH$ 165
$4PbO \cdot Pb(Cl, OH)_2 \cdot 2Fe_2O_3$ 130
$Pb_2[O \mid SO_4]$ 198
$3PbO \cdot 8UO_3 \cdot 4H_2O$ 167
PbS 100, 101 (38, 39, 40, 42, 44)
$6PbS \cdot (Ag, Cu)_2S \cdot 2As_2S_3$ 109
$2PbS \cdot (Ag, Cu)_2S \cdot 2Bi_2S_3$ 108
$PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Bi_2S_3$ 108
$4PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 2Sb_2S_3$ 107
$4PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 6Sb_2S_3$ 107
$4PbS \cdot 3Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$ 107
$5PbS \cdot Ag_2S \cdot 3Sb_2S_3$ 107
$6PbS \cdot 2Ag_2S \cdot 5Sb_2S_3$ 107
$7PbS \cdot 1{,}5Ag_2S \cdot 5Sb_2S_3$ 107
$PbS \cdot As_2S_3$ 108
$2PbS \cdot As_2S_3$ 108
$3PbS \cdot 2As_2S_3$ 108
$4PbS \cdot 3As_2S_3$ 108
$5PbS \cdot As_2S_3$ 109
$7PbS \cdot 2As_2S_3$ 108
$9PbS \cdot 2As_2S_3$ 109
$19PbS \cdot 13As_2S_3$ 108
$5PbS \cdot AsSbS_3$ 109
$PbS \cdot Bi_2S_3$ 111
$PbS \cdot 3Bi_2S_3$ 111
$2PbS \cdot Bi_2S_3$ 111
$5PbS \cdot 2Bi_2S_3$ 111
$6PbS \cdot 2Bi_2S_3 \cdot Sb_2S_3$ 111
$PbS \cdot (Bi, Sb)_2S_3$ 110
$PbS \cdot Bi_2Se_3$ 111
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$ 106
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Bi_2S_3$ 106
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 2Bi_2S_3$ 106
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 3Bi_2S_3$ 106
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot 5Bi_2S_3$ 107
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot nBi_2S_3$ 107
$2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$ 106
$4PbS \cdot FeS \cdot 3Sb_2S_3$ 110
$Pb[SO_4]$ 195 (53)
$PbSO_4 \cdot 3CaH_2[SiO_4]$ 272
$PbS \cdot Sb_2S_3$ (?) 109
$3PbS \cdot 4Sb_2S_3$ 109
$4PbS \cdot Sb_2S_3$ (?) 110
$5PbS \cdot 2Sb_2S_3$ 110
$5PbS \cdot 4Sb_2S_3$ 110
$7PbS \cdot 6Sb_2S_3$ 109
$9PbS \cdot 4Sb_2S_3$ 110
$11PbS \cdot 6Sb_2S_3$ (?) 110
$5PbS \cdot 3SnS_2 \cdot Sb_2S_3$ 102
$6PbS \cdot 6SnS_2 \cdot Sb_2S_3$ (?) 102
$PbSbO_2Cl$ 132
$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$ 146
PbSe 100 (40)
$Pb[SeO_4]$ 195 (53)
$Pb[SiO_3]$ 299
$Pb_3[Si_2O_7]$ 278
$PbSnS_2$ 102
$PbSn_4S_5$ 102
PbTe 100 (40)
$PbTh[UO_2 \mid (SiO_4)_2] \cdot 4H_2O$ 277
$(Pb, Tl)S \cdot Ag_2S \cdot 5As_2S_3$ 107
$Pb[(UO_2)_4 \mid (OH)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 8H_2O$ 255
$Pb[(UO_2)_4 \mid (OH)_4 \mid (PO_4)_2] \cdot 8H_2O$ (?) 256
$Pb_3[(UO_2)_3 \mid (OH)_8 \mid (SiO_4)_4]$ 277
$Pb_2[UO_2 \mid (PO_4)_2] \cdot 2H_2O$ 256
$Pb[UO_2 \mid PO_4]_2 \cdot 4H_2O$ 254
$Pb[UO_2 \mid SiO_4] \cdot H_2O$ 277
$Pb[WO_4]$ 54
α-$Pb[WO_4]$ 215
β-$Pb[WO_4]$ 216
$Pb(Zn, Cu)[OH \mid VO_4]$ 233
$PbZn[F \mid VO_4]$ (?) 232
$PbZn[SiO_4]$ 262

Pd

Pd 79 (33)
Pd_3As 87
PdHg 78
PdO 137
Pd_3Sb 87
Pd_3Sn_2 80

Pt

Pt 79 (33)
$PtAs_2$ 113 (41)
(Pt, Pd, Ni)S 103

PtS 103
PtSn 80

Ru

RuS_2 113 (41)

S

α-S 83 (35)
β-S 83 (36)

Sb

Sb 82
$Sb(Nb, Ta)O_4$ 157
Sb_2O_3 141
Sb_2S_3 103, 117 (39, 40)
Sb_2S_2O 104
$SbSb_2O_6OH$ 146
$Sb(Ta, Nb)O_4$ 157

Sc

$Sc_2[Si_2O_7]$ 277 (56, 58, 66)

Se

γ-Se 84
SeO_2 154

Si

SiC 83
SiO_2 148, 149, 150, 224 (45, 46, 47)
SiO_2 + aq. 148

Sn

β-Sn 81
$(Sn, Fe)(O, OH)_2$ 151
SnO_2 151 (48)
SnS 102
$Sn[(Ta, Nb)_2O_7]$ 158

Sr

$SrAl_3H[(OH)_6 \mid (PO_4)_2]$ 234
$SrAl_3[(OH)_6 \mid SO_4PO_4]$ 197
$(Sr, Ba, Ca)[Al_2Si_6O_{16}]\cdot 5H_2O$ 343
$(Sr, Ba)[SO_4]$ 195
$SrCO_3$ 174 (53)
$(Sr, Ca)Al_3[(OH)_6 \mid (SO_4, PO_4)_2]$ 198
$(Sr, Ca)_2[B_4O_8]\cdot H_2O$ 187
$Sr_3(Ce, La, Dy)_4[(OH)_4 \mid (CO_3)_7]\cdot 3H_2O$ 181
$Sr(Ce, La, Nd)[O \mid (CO_3)_3]$ 177
$Sr[CrO_4]$ 225 (53)
$SrHB_5O_9\cdot H_2O$ (?) 187
$SrNa[PO_4]$ 194
$Sr[SO_4]$ 195 (53)

Ta

Ta_2O_5 160

Te

Te 84
TeO_2 155 (48, 49)

Th

$Th[SiO_4]$ 266, 267 (55, 66)
$(Th, \ldots)[(Si, P)O_4]$ 267
$(Th, U)O_2$ 159 (42)
$(Th, U)[(Si, H_4)O_4]$ 267 (66)
$(Th, U)[SiO_4]$ 267 (66)

Ti

TiN 81 (40)
TiO_2 151, 152, 154, 156 (47, 48, 49)

Tl

$Tl_2S\cdot As_2S_3$ 106
$Tl_2S\cdot 2As_2S_3\cdot Sb_2S_3$ 106

U

$(U, Ca, \ldots)_3[PO_4]_4\cdot 6H_2O$ 256
$(U, Ca, Th, V)[(Ti, Fe)_2O_6]$ 156
UO_2 159 (42)
$[UO_2 \mid CO_3]$ 181
$[UO_2 \mid CO_3]\cdot H_2O$ 181
$7UO_{2,83}\cdot 3CaO\cdot 2CO_2\cdot 10H_2O$ 166
$7UO_3\cdot 11H_2O$ 165
$[UO_2 \mid MoO_4]\cdot 4H_2O$ 217
$[UO_2 \mid (OH)_2]$ 165
$2[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot Ba(OH)_2\cdot 4H_2O$ 166
$[UO_2 \mid (OH)_2 \mid BiOOH]$ 167
$[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot Cu(OH)_2$ 166
$[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot H_2O$ 165
$6[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot 4H_2O$ 165
$8[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot 8H_2O$ 166
$8[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot 2Pb(OH)_2$ 166
$8[UO_2 \mid (OH)_2]\cdot Pb(OH)_2\cdot 4H_2O$ 166
$\left.\begin{matrix}[6UO_2 \mid 5(OH)_2 \mid 1SO_4]\cdot 12H_2O \\ 1H_2O\end{matrix}\right\}$ 213
$\left.\begin{matrix}[6UO_2 \mid 3(OH)_2 \mid 3SO_4]\cdot 12H_2O \\ 3H_2O\end{matrix}\right\}$ 213
$[(UO_2)_2 \mid SiO_4]\cdot 2H_2O$ (?) 277
$[(UO_2)_2 \mid V_6O_{17}]\cdot 15H_2O$ 257

$U[(Si, H_4)O_4]$ 266 (66)
$(U, Th)O_2$ 159 (42)

V

$(V, Fe)OOH$ 163
VO_2 163 (48)
V_2O_5 160
VO_2OH 160
$V_2^{\cdots\cdot}[(OH)_2 \mid (SO_4)_3]\cdot 15H_2O$ 210
$VO(OH)_2$ 160
$VO(OH)_3$ 160
$V_2O_3\cdot V_2O_4\cdot 3H_2O$ 160
$V_2O_3\cdot 2V_2O_4\cdot 5H_2O$ 160
$V_2O_4\cdot 6V_2O_5\cdot xH_2O$ (?) 160
$2V_2O_4\cdot V_2O_5\cdot 8H_2O$ 160
VS_4 (?) 117

W

$WO_2(OH)_2$ 161
$WO_2(OH)_2\cdot H_2O$ 161
$2W_2O_3\cdot H_2O + (ThO_2, Ce_2O_3, ZrO_2) + H_2O$ 161
WS_2 116 (42)

Y

$(Y, Ce, Th, Ca, Na, U)[(Ti, Nb, Ta)_2O_6]$ 156
$(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Nb, Ta, Ti)_2(O, OH)_6]$ 156
$(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca)[(Ti, Nb, Ta)_2(O, OH)_6]$ 156
$(Y, Er)_4[(Nb, Ta)_2O_7]_3$ 158
$(Y, Er)[PO_4]\cdot 2H_2O$ 243
$Y_2FeBe_2[O \mid SiO_4]_2$ 271
$(Y, La, Ce)_4Fe[F \mid Si_2O_7]_2$ (?) 277
$Y(Nb, Ta)O_4$ 157
$(Y, \ldots)(Nb, Ti)O_4$ 157
$Y[PO_4]$ 224, 266 (55, 66)
$Y_2[Si_2O_7]$ 277
$YTaO_4$ 157
$Y_4[Ta_2O_7]_3$ 158
$(Y, Th, Ca)_5[(F, O) \mid (SiO_4, PO_4, AlO_4)_3]$ 236
$(Y, U, Fe, Ti)[Ti_2O_6]$ 156
$(Y, U, Th)[(Nb, Ti, Fe)_2O_6]$ 157
$(Y, U \ldots)(Ti, Nb \ldots)_2(O, OH)_6$ 156
$(Y, Yb, Gd)_2(Fe, Pb, Ca, U)[Nb_2O_7]_2$ 158

Zn

Zn 81 (33)
$ZnAl_2O_4$ 137
$Zn_3Al_3[(OH)_{13} \mid SO_4]\cdot 2H_2O$ 210
$Zn_8Al_4[(OH)_8 \mid (SiO_4)_5]\cdot 7H_2O$ 269
$ZnAl_2[SO_4]_4\cdot 22H_2O$ 203
$Zn_3[AsO_4]_2\cdot 2^1/_2H_2O$ 237
$Zn_3[AsO_4]_2\cdot 8H_2O$ 241
$ZnCO_3$ 172 (52)
$(Zn, Cu)Al_6[(OH)_2 \mid PO_4]_4\cdot 4H_2O$ 248
$(Zn, Cu)_{10}Al_4[(OH)_{30} \mid SO_4]\cdot 2H_2O$ 210
$(Zn, Cu)_5[(OH)_3 \mid CO_3]_2$ 176
$ZnFe_2O_4$ 138
$ZnFe_4^{\cdots}[(OH)_5 \mid (PO_4)_3]$ 230
$Zn_2Fe[PO_4]_2\cdot 4H_2O$ 239
$(Zn, Fe)[SO_4]\cdot 6H_2O$ 200
$(Zn, Fe)[WO_4]$ 215
$Zn(Mn, H_3)_2O_4$ 139
$ZnMn_2O_4$ 139
$(Zn, Mn)_5[(OH)_7 \mid AsO_4]$ 231
$ZnMn_3O_7\cdot 3H_2O$ 165
$2(Zn, Mn)O\cdot 5MnO_2\cdot 4H_2O$ 153
$(Zn, Mn)S$ 97
$(Zn, Ni, Cu)Al_8[(VO_4)_2 \mid (SiO_4)_5]\cdot 27H_2O$ 273
ZnO 135 (37, 38)
$Zn_2[OH \mid AsO_4]$ 228 (63)
$Zn_3[(OH)_3 \mid CO_3]_2$ 176
$Zn_2[OH \mid PO_4]$ 228
$Zn_2[OH \mid PO_4]\cdot 1^1/_2H_2O$ 245
$Zn_7[OH \mid (PO_4)_2]_2\cdot 6H_2O$ 240
$Zn_4[(OH)_2 \mid Si_2O_7]\cdot H_2O$ 280
$Zn_3[PO_4]_2\cdot 4H_2O$ 239
α-ZnS 94, 96 (37)
β-ZnS 94, 96 (38)
β'-ZnS 94, 96
Zn(S, As) 94
$Zn_8[S_2 \mid (BeSiO_4)_6]$ 339
$Zn[SO_4]$ 193
$Zn[SO_4]\cdot 7H_2O$ 202
$ZnSb_2O_6$ 152, 153 (49)
ZnSe 94 (37)
$Zn_2[SiO_4]$ 261

Zr

ZrO_2 159 (42)
$Zr[SiO_4]$ 266 (55, 65, 66)
$(Zr, \ldots)[(Si, P)O_4]$ 266